

سلسلة تمارين حول دور البروتينات في الاتصال العصبي

من إعداد الأستاذين:

- إبراهيم الجيلانـــــي barhomzr@gmail.com
- عبد الغنـــي شقرون chekrounabdelghani@yahoo.fr

تحت إشراف مفتش المادة:

نـــــواصر محمد

nouacer2007@yahoo.fr

التمرين الأول:

أ. عرف بدقة المصطلحات العلمية التالية: 1. المشبك العصبي. 2. استقطاب. 3. كمون الراحة. 4. كمون العمل. 5. السيالة العصبية. 6 . قنوات فولطية. 7. قنوات كيميائية. 8. الإدماج العصبي. 9. المبلغ الكيميائي العصبي. 10. التجميع الزمني والتجميع الفضائي.

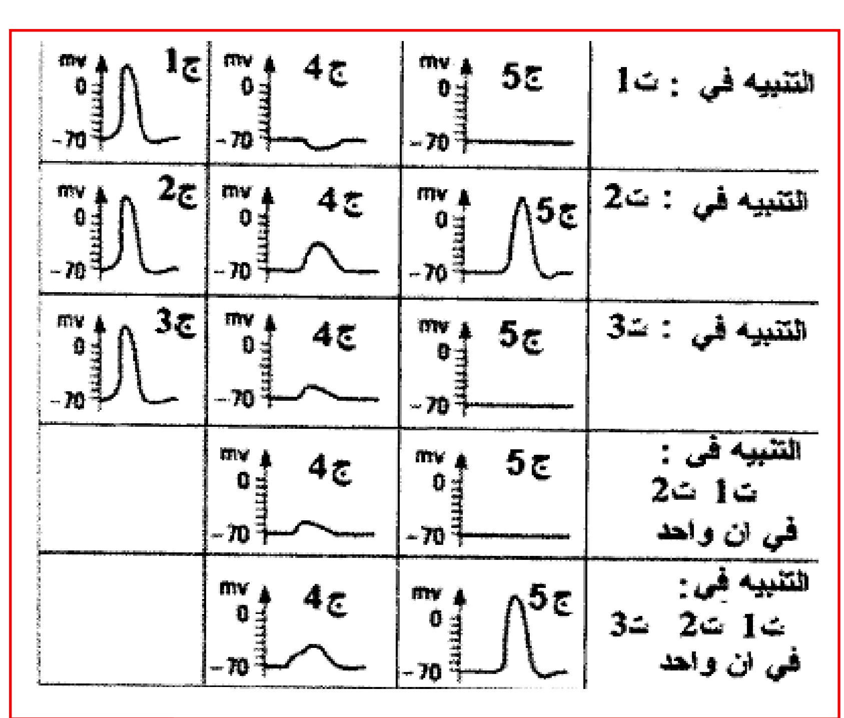
ب. أجب بدقة على الأسئلة التالية:

- ✓ قارن في جدول بين القنوات الغشائية المتدخلة في حدوث الاتصال العصبي.
- ✓ بين في نص علمي آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي.
- ✓ انطلاقا مما درست بين التخصص الوظيفي للبروتين في الاتصال العصبي في نص علمي دقيق.
- ✓ إن آلية النقل المشبكي آلية حساسة يمكنها أن تختل في أي مرحلة من مراحلها بسبب تأثير المخدرات.

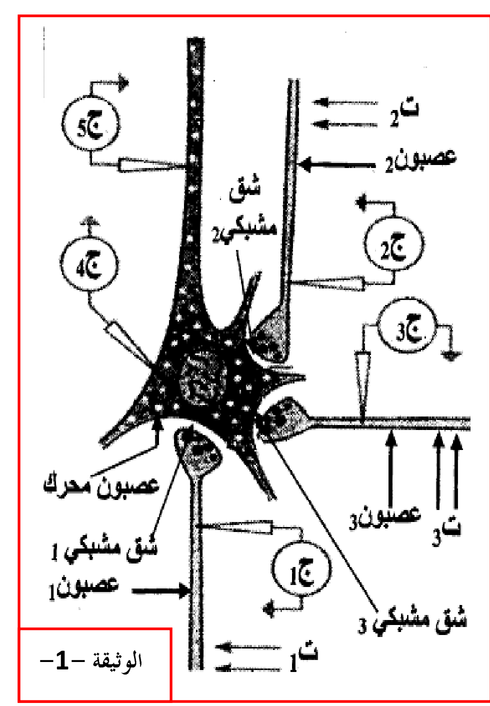
بين ذلك في نص علمي دقيق مدعما إجابتك بأمثلة مبينا خطر تعاطي المخدرات.

التمرين الثاني:

نستعرض الدراسة التجريبية التالية لغرض فهم الآلية التي تنتقل بها الرسالة العصبية عبر الألياف والمشابك العصبية لذلك نحدث تنبيهات فعالة على عصبون محرك تم الحصول عليه من النخاع الشوكي لأحد الثديات. (الوثيقة -1-)



الوثيقة -2-



الوثيقة -1-

I - اعتمادا على النتائج التجريبية الموضحة في الوثيقة -2-

1 ــ ما طبيعة المشبك في كل حالة من الحالات الثلاث؟ علل إجابتك.

2 ــ كيف تفسر التسجيلات المحصل عليها في كل من الجهازين ج 4 و ج 5 في الحالتين؟.

II - أ ــ وضح في شرح موجز آلية تأثير المبلغ العصبي على المستوى الجزيئي في حالة التنبيه في ت1 و ت2.

ب ــ استعانة بما سبق اشرح كيف يعمل العصبون المحرك على إدماج الرسائل العصبية.

التمرين الثالث:

من أجل فهم آلية الحفاظ على الكمون الغشائي لليف العصبي نجري التجارب التالية:

التجربة (1): ـــ تم معايرة تركيز شوارد (K^+ ,Na^+) لكل من المحور العملاق، دم الكالمار، ماء البحر الجدول التالي يبين ذلك :

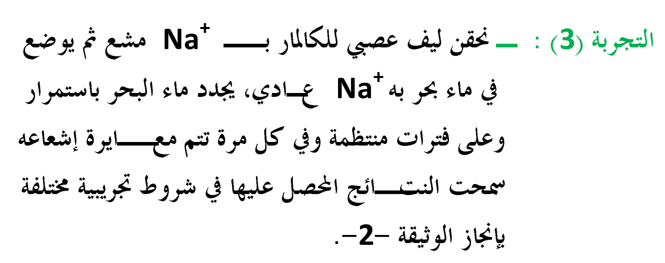
الأيونات	هيولى المحور الليف العصبي للكالمار	دم حيوان الكالمار	ماء البحر
	القيم بالميلي مول / لتر		
Na+	50	440	460
K+	400	20	10

أ ـــ استخلص سبب استعمال ماء البحر في التجارب المنجزة على الليف العصبي للكالمار.

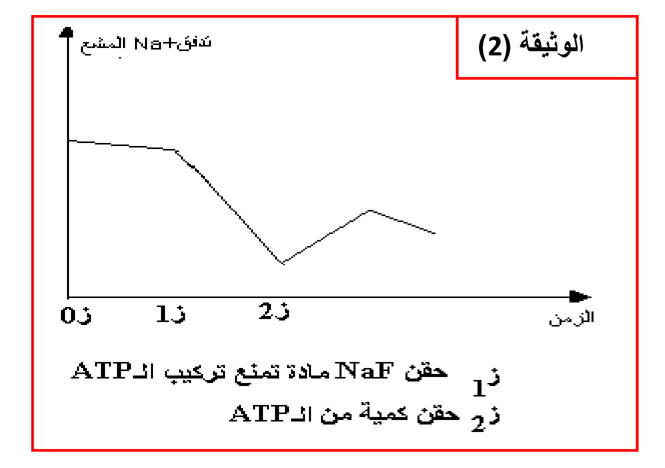
ب ـــ ما هي الإشكالية التي تظهرها النتائج المبينة في هذا الجدول؟

التجربة (2): ـــ نغمر ليفا عصبيا للكالمار في ماء البحر به Na^+ مشع، بعد عدة ساعات يصبح الليف مشعا، ينقل الليف المشع إلى ماء بحر به Na^+ عادي يظهر الإشعاع في ماء البحر مع بقاء التركيز الإجمالي Na^+ داخل المحور ثابتا ومساويا لــ 50 ميلي مول / اللتر ونفس الشئ لمــاء البحر 460 ميلي مول /ل.

ـــ ماذا تظهر هذه التجربة ؟



التجربة (3) : ـــ نحقن ليف عصبي للكالمار بـــــ Na^+ مشع ثم يوضع في ماء بحر به Na^+ عـــادي، يجدد ماء البحر باستمرار وعلى فترات منتظمة وفي كل مرة تتم معـــــايرة إشعاعه سمحت النتـــــائج المحصل عليها في شروط تجريبية مختلفة بإنجاز الوثيقة -2-.



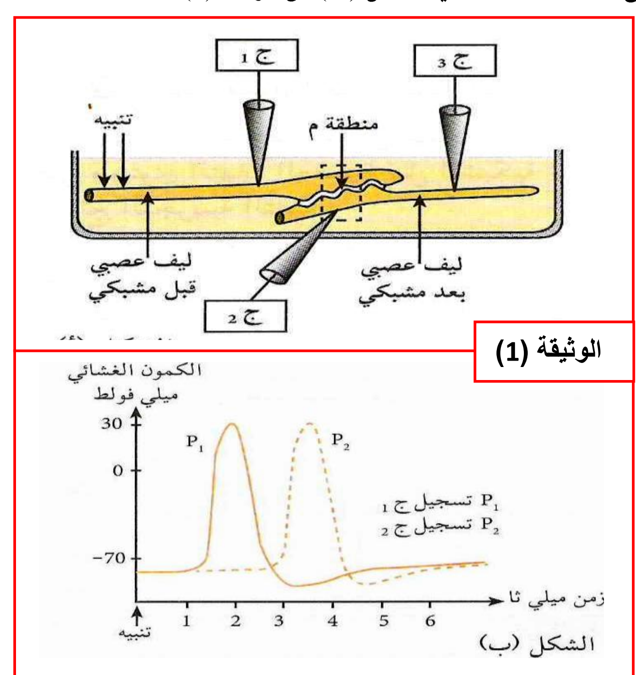
أ ـــ ما هي المعلومة التي تقدمها هذه التجربة ؟ علل إجابتك.

ب ـــ مثل برسم تخطيطي وظيفي متقن عليه البيانات الظواهر الغشائية التي تعمل على ثبات الكمون الغشائي في الليف العصبي غير المنبه.

التمرين الرابع:

لدراسة فيزيولوجية النسيج العصبي نحقق الأعمال التجريبية التالية :

1 / نعزل ليفين عصبيين لحيوان الكالمار متصلين فيما بينهما بمشبك عملاق، و نحقق التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1). عند إحداث تنبيه فعال في الليف العصبي قبل مشبكي تمكنا من الحصول على التسجيلات الممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1) .



أ ـــ ما هي المعلومة المستخرجة من نتائج التسجيل (ب)؟

ب ـــ حلل المنحنى P1 مع إعطاء تفسير شاردي لمختلف مراحله.

د ـــ ماذا تستخلص حول آلية انتقال الرسالة العصبية في الليف العصبي؟

2 / ـــ نهتم الآن بدراسة آلية انتقال الرسالة العصبية في المنطقة (م) الممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1) .

التجربة 1 :

يؤدي التنبيه الفعال في الليف قبل المشبكي إلى تسجيل المنحنين P1 و P2

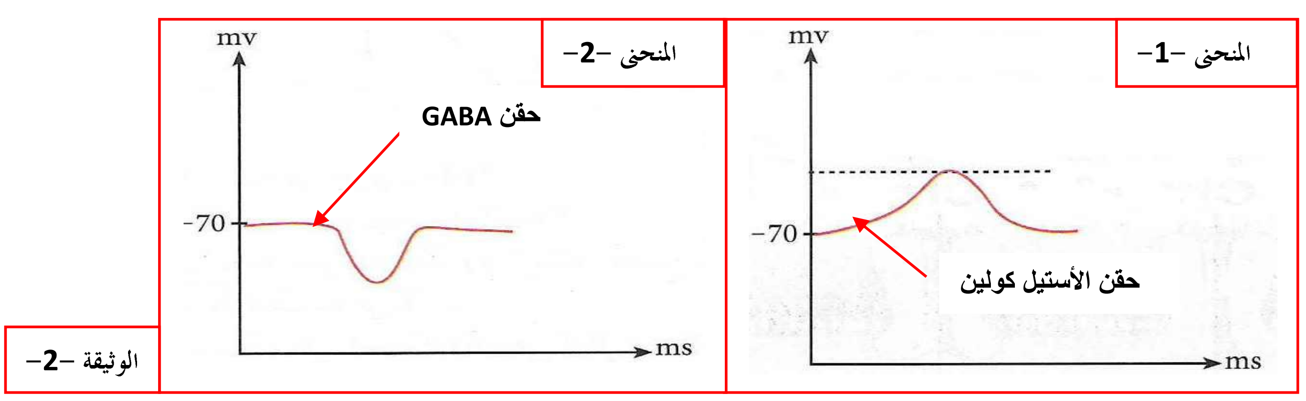
التجربة 2 :

يكون وسط التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1) خالي من Ca^{++} ، ثم ننبه الليف قبل مشبكي فلا نسجل المنحنى P2 .

التجربة 3 :

نحقن بواسطة سحاحة مجهرية شوارد Ca^{++} في هيولى النهاية المحورية لليف قبل مشبكي و بدون تنبيهه فنحصل على المنحنى P2.

التجربة 4 : عند حقن الأستيل كولين في المنطقة (م) نسجل المنحنى (1) من الوثيقة (2) . في تركيب تجريبي مماثل نحقن GABA في المنطقة (م) فنحصل على تسجيل المنحنى (2) من الوثيقة (2).



أ ــ ماذا تستخلص من كل تجربة من التجارب السابقة ؟

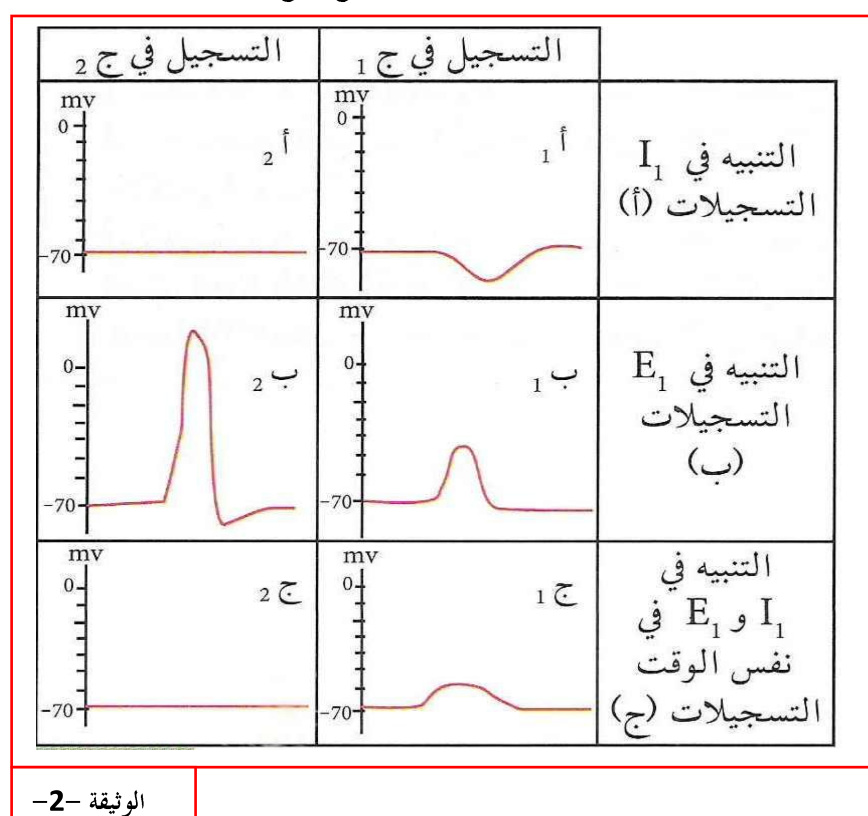
ب ــ قارن بين مفعول كل من GABA و الأستيل كولين ؟

ج ــ استنتج شروط تشكل كمون العمل في الغشاء بعد المشبكي ؟

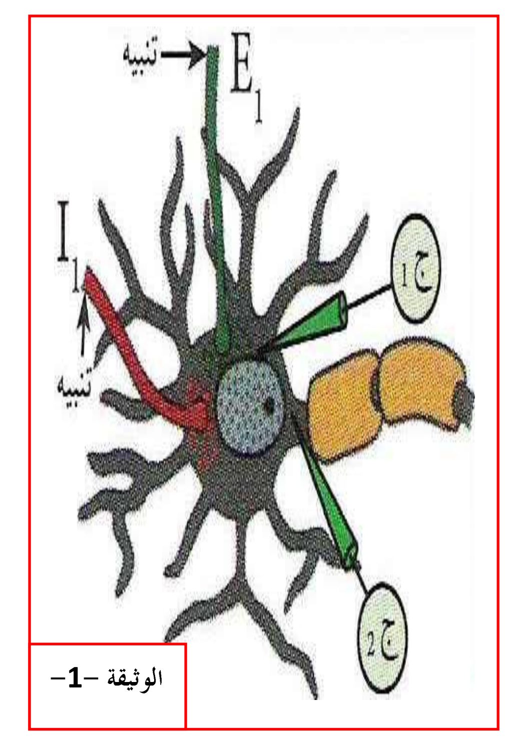
3 / ــ مستعينا بالمعلومات المستخلصة قدم رسما تخطيطيا وظيفيا مقارنا عليه جميع البيانات لعمل GABA و الأستيل كولين على مستوى المشابك.

التمرين الخامس:

تمثل الوثيقة -1- خلية بعد مشبكية متصلة بنوعين من المشابك، بينما تمثل الوثيقة 2 التسجيلات المسجل في ج1 وج2



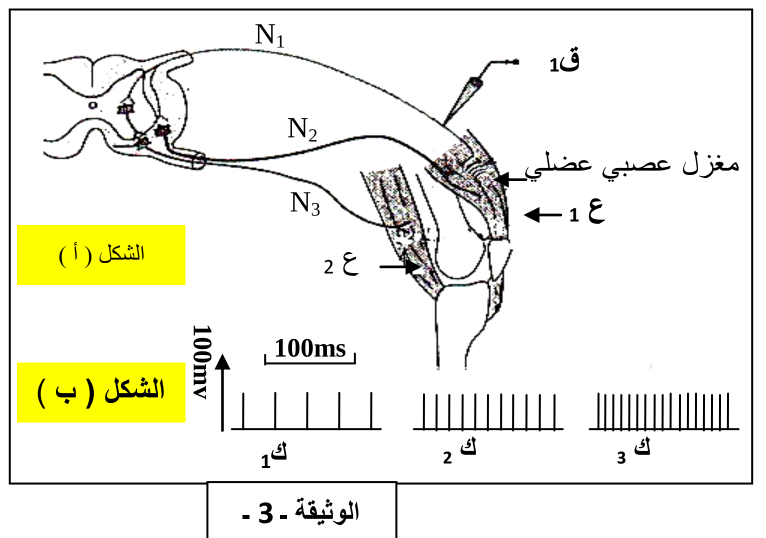
الوثيقة -2-



الوثيقة -1-

1. حدد نوع المشبكين مع التعليل.
2. قارن بين التسجيلين ب1 و ج 1
3. فسر اختلاف النتائج في ب2 و ج 2
4. حدد شروط تسجيل المنحنى ب2 في ج2. علل.
5. أنجز رسما وظيفيا كاملا على المستوى الجزيئي يعبر عن آلية تشفير الرسالة العصبية على مستوى المشبك في حالة التسجيلات (أ) اثر التنبيه في I_1 .

التمرين السادس:



الوثيقة - 3 -

نريد دراسة آلية حدوث المنعكس الردفي لذلك نقوم بالأعمال التالية:

I - يمثل الشكل (أ) من الوثيقة ــ **3**ــ مخطط يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الردفي عند القط.

تعريض العضلة (ع **1**) لتمددات و ذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث : ك **1** < ك **2** < ك **3** .

نسجل تغيرات تواتر كمون العمل في (**N1**) عن طريق المستقبل (ق**1**) المتصل براسم الذبذبات المهبطي .

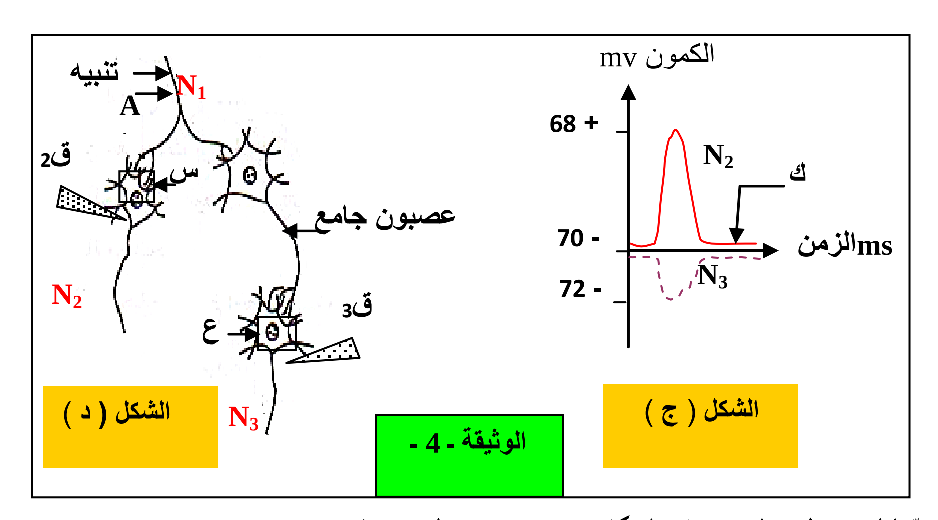
النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة ــ **3** ــ

كما يلاحظ استجابة العضلة (ع **1**) بالتقلص عند تعريضها للتمدد باستعمال الثــقــلين (ك **2** ، ك **3**) .

1 ــ استخلص دور العضلتين (ع **1**) و (ع **2**) في حدوث المنعكس الردفي .

2 ــ ماذا تستخلص من تسجيلات الشكل (ب) ؟

3 ــ نبه الليف (**N1**) تنبيها فعالا في (**A**) و نسجل النشاط الكهربائي للأجسام الخلوية للألياف (**N2**) و(**N3**) بواسطة قطبي الاستقبال (ق**2**) و (ق**3**) لراسم الذبذبات المهبطي كما في الشكل (ج) من الوثيقة ــ **4** ــ . التسجيلات ممثلة في الشكل (د) من الوثيقة ــ **4** ــ .



الوثيقة - 4 -

أ ــ سمّ الظاهرة (ك) الموضحة في الشكل (ج) وبين شروط تسجيلها .

ب ــ ما نوع المشبكيـــن (س ، ع) الممثلان في الشكل (د) مع التعليل .

جـ ــ وضح برسم تخطيطي عليه البيانات آليـــــة انتقال السيالة عبر المشبكين (س ،ع) .

د ــ باستعمال قطارة مجهرية نحقن مواد مختلفة في المشبكين (س ، ع) ونسجل الاستجابة في الجسم الخلوي بواسطة قطبي الاستقبال (ق**2**) أو (ق**3**) المتصلين بــ (**N2**) و (**N3**) على الترتيب كما في الشكل (د) للوثيقة ــ **4** ــ النتائج المسجلة موضحة الجدول التالي:

المواد المحقونة		Aspartate	GABA	Acide Valproique	Picrotoxine
الاستجابة في	N_2	نعم	لا	لا	لا
	N_3	لا	نعم	لا	لا
الاستجابة بعد التنبيه في (A) من (N_1)			N_2	لا	نعم
			N_3	نعم	لا

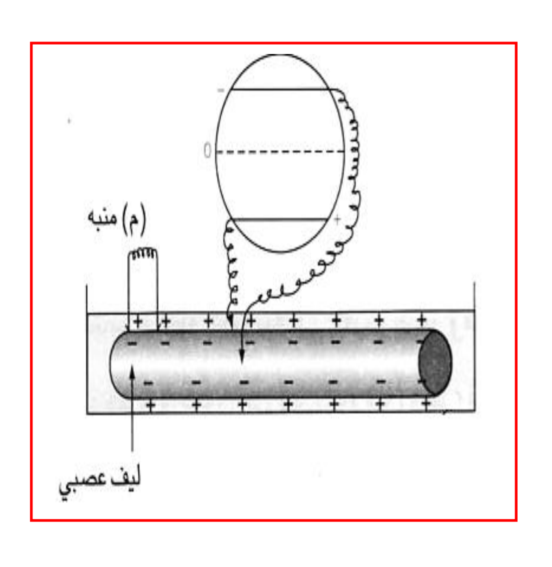
α ــ ما هو دور الأسبارتات (**Aspartate**) والــ **GABA** ، علما أنهما وسيطان كيميائيان ينتجان طبيعيا في العضوية ؟

ß ــ اقترح فرضية لتفسير عمل حمض الفالبرويك (**Acide Valproique**) و البيكروتوكسين (**Picrotoxine**).

II - من خلال ما سبق وضح في شرح مفصل آلية حدوث المنعكس الردفي.



التمرين السابع:



يمثل الشكل المقابل جزء من خلية عصبية يؤمن انتقال الرسالة العصبية في العضوية.

1 ــ أرسم التسجيل الذي نسجله على جهاز الاوسيلوسكوب الموضح في الوثيقة المرافقة .

2 ــ ماذا ندعو هذا التسجيل ؟ لمعرفة مصدر التسجيل المحصل عليه , نضع الليف العصبي في وسط يحتوي على شوارد Na+ المشعة ثم ننقله إلى وسط طبيعي, و نقوم بقياس تدفق شوارد Na+ المشعة نحو الخارج حيث :

في الزمن ز= 3 د نضيف مادة DNP المثبطة لتركيب ATP .

في الزمن ز= 4.3 د نحقن كمية من ATP .

في الزمن ز= 7 د نقوم بإزالة DNP (عملية غسل) النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

الزمن(د)	00	01	02	03	04	4.3	05	5.3	06	07	08	09
تدفق Na+ المشع	06	5.7	5.5	5.3	4.2	3.7	4.3	05	4.4	03	04	05

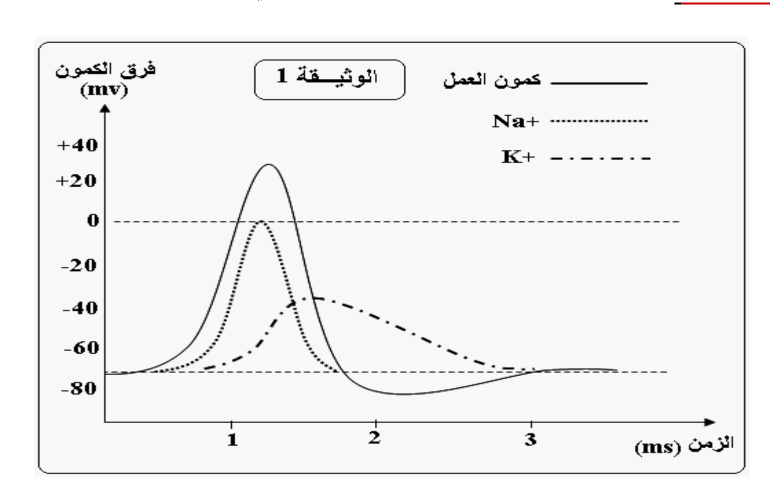
3– أرسم منحنى تدفق الصوديوم المشع في الوسط الطبيعي بدلالة الزمن موضحا عليه الشروط التجريبية ؟

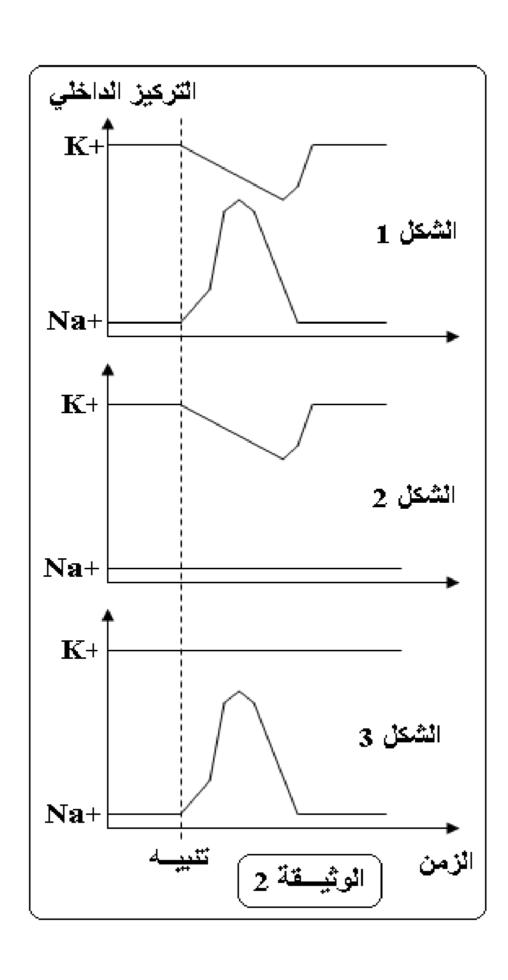
4– حلل وفسر المنحنى المحصل عليه. ماذا تستنتج ؟

5– في الزمن ز= 9 د نضيف وسط خالي من شوارد البوتاسيوم. ما هي النتيجة المتوقعة؟ .

6– ماذا تستنتج فيما يخص سلوك غشاء الليف العصبي تجاه شوارد الصوديوم؟ وضح ذلك برسم تخطيطي.

التمرين الثامن: تمثل الوثيقة (1) تغير نفاذية غشاء الليف العصبي لشوارد الصوديوم و البوتاسيوم نتيجة إحداث تنبيه فعال .





1 – استخرج كيف تتغير نفاذية الغشاء لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم خلال كمون العمل.

2– للكشف عن البنيات المسؤولة عن التبادلات الأيونية خلال كمون العمل ندرس التجربة التالية:
نقوم بتنبيه ليف عصبي ثم نقيس التركيز الداخلي لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم في الظروف التالية :

– ليف عصبي في ظروف عادية (الشكل 1) من الوثيقة (2)

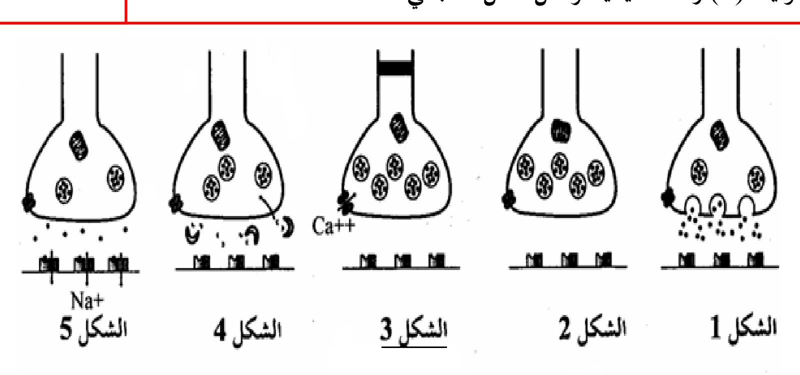
– نضيف مادة سامة (تيترودوتوكسين) TDT بمقدار ضئيل للوسط الخارجي لليف العصبي (الشكل 2)

– نحقن الليف العصبي بمادة (تترا إثيل أمونيوم) TEA (الشكل 3)

أ ــ استخرج تأثير كل من مادة TDT و TEA على التبادلات الأيونية عبر غشاء الليف العصبي


ب– تمثل أشكال الوثيقة (3) رسما تخطيطيا لمراحل النقل المشبكي.

الوثيقة –3–



a ــ رتب أشكال الوثيقة (3) حسب تسلسلها الزمني.

b ــ أعد رسم الشكل (2) وضع عليه البيانات اللازمة.

c ــ قدم تعليقا تبرز من خلاله ملاحظاتك ومعلوماتك حول كل مرحلة.

3– للكشف عن دور بعض المواد الكيميائية (وسائط عصبية ومواد مخدرة) على مستوى المشبك أجريت التجربة التالية على مستوى ثلاثة مشابك عصبية – عصبية:

❖ نحقن المادة الكيميائية في الفراغ المشبكي و نقوم بتسجيل الظواهر الكهربائية للخلية العصبية بعد مشبكية بواسطة جهاز راسم الذبذبات المهبطي.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي:

المشبك	المادة المحقونة	طبيعة المادة	التسجيل
1	الأسيتيل كولين	وسيط عصبي	-70
2	مادة الــ GABA	وسيط عصبي	-70
3	الكورار + الأسيتيل كولين	مخدر + وسيط عصبي	-70

أ – قدم عنوانا مناسبا للتسجيلات المحصل عليها .

ب ــ فسر اختلاف النتائج المحصل عليها .

ج ــ دعم تفسيرك برسومات تخطيطية مبسطة تظهر تأثير هذه المواد الكيميائيه على مستوى المشبك.

التمرين التاسع:

تنتقل الرسالة العصبية عبر سلسلة من العصبونات ولإظهار آلية هذا الانتقال في مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك نستعمل التركيب التجريبي التالي:

I ــ أنجزت سلسلة من التجارب التالية:

التجربة01: تم تنبيه العصبون (**N1**) في المنطقة " ت " .

التجربة 02: حقنت الكمية **G1** من الأستيل كولين في مستوى المشبك **C** .

التجربة 03: حقنت الكمية **G2** من الأستيل كولين في مستوى المشبك **C**

التجربة 04: حقنت الكمية **G3** من الأستيل كولين داخل العصبون (**N2**)

علما أن الكمية **G1 < G2 < G3**

وأن التجارب 2، 3، 4 لم يحدث فيها تنبيه.

النتائج التجريبية المتحصل عليها بواسطة أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي (ج1، ج2 ، ج3) ممثلة في الوثيقة –1–.

1. حلل التسجيلات المحصل عليها والممثلة في الوثيقة –1–.
2. بين أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بتركيز الأستيل كولين.
3. اعتمادا على هذه النتائج حدد مكان تأثير الأستيل كولين.

عصبون (N_1)
ت
ج1
C
ج3
ج2
عصبون (N_2)

التركيب التجريبي

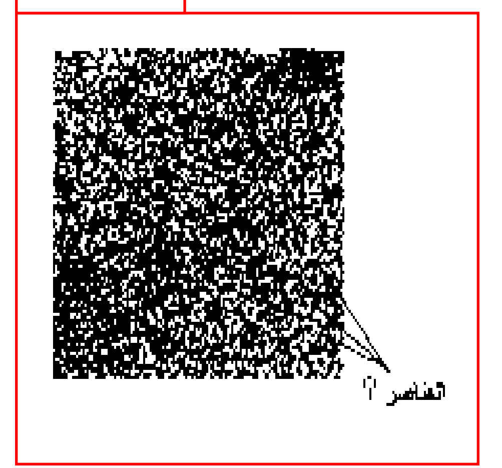
الوثيقة –1–

التسجيلات الكهربائية في الأجهزة	التجربة ونتائجها			
	1	2	3	4
	التنبيه في (ت)	G_1 بين N_1 و N_2	G_2 بين N_1 و N_2	G_3 داخل N_2
ج1	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70
ج2	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70
ج3	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70

4. ماذا تستخلص من هذه النتائج التجريبية.

II ـــ تمثل الوثيقة –2– صورة مأخوذة بالمجهر الالكتروني للغشاء بعد مشبكي على مستوى المشبك **C**.
وقد بينت الدراسة بتقنية التفلور المناعية التي تعتمد على تقنية حقن أجسام مضادة مفلورة التي ترتبط انتقائيا بمركبات غشائية ذات طبيعة بروتينية، فلوحظ أن التفلور يظهر على مستوى عناصر موافقة للعناصر " أ " من الوثيقة –2–

الوثيقة –2–



ـــ عند حقن مادة α بنغاروتوكسين (لها بنية فراغية مماثلة للبنية الفراغية للأستيل كولين) على مستوى المشبك **C**. تبين أنها تشغل أماكن محددة على العناصر " أ " من الوثيقة –2–

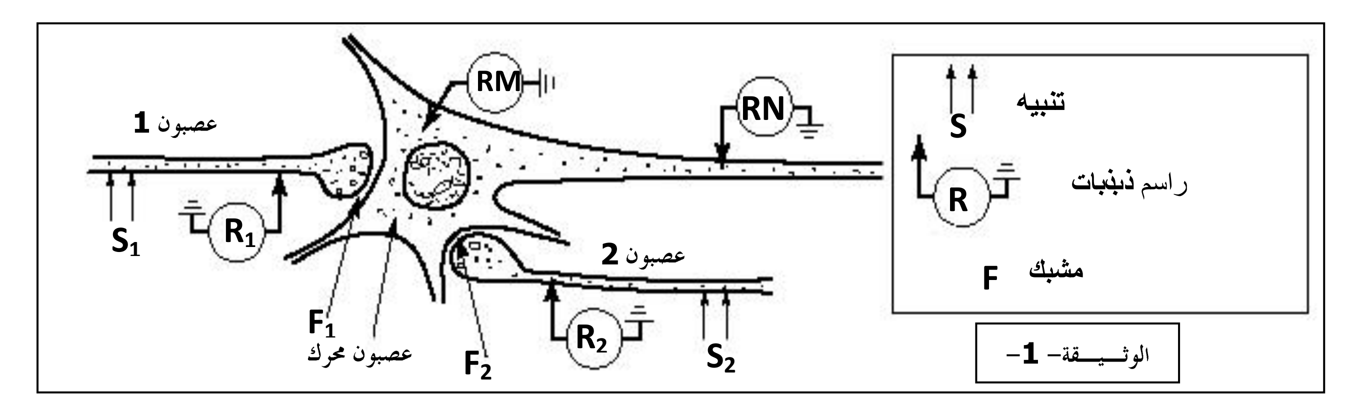
ـــ عند إعادة التجربة **3** من الوثيقة –1– في وجود هذه المادة ظهر على راسم الاهتزاز المهبطي (ج2) تسجيل مماثل للتسجيل المحصل عليه في التجربة **4**.

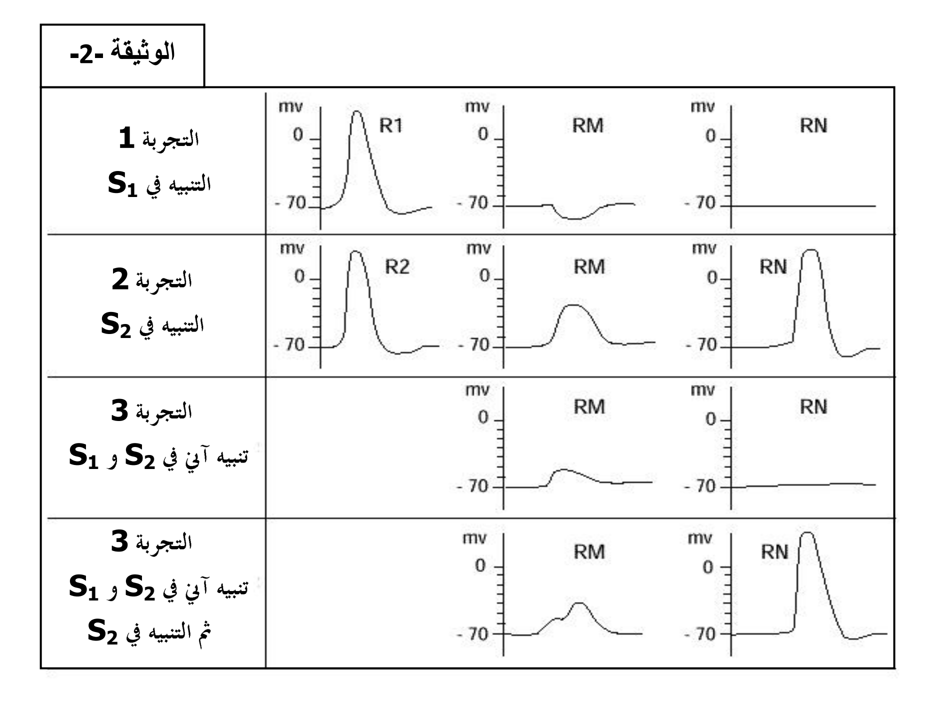
1. تعرف على العناصر " أ " من الوثيقة –2– وحدد طبيعتها الكيميائية.
2. كيف يمكنك تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى الجهاز (ج2) في هذه الحالة؟
3. استنتج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك.

III ـــ مما سبق وبالاستعانة بمعلوماتك حدد آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مدعما إجابتك برسم تخطيطي وظيفي.

التمرين العاشر:

قصد التعرف على بعض مظاهر النشاط العصبي و علاقة ذلك بالبروتينات الغشائية للخلايا العصبية أنجزت تجارب على مستوى عصبونات محركة من النخاع الشوكي للحيوان باستعمال التركيب التجريبي في الوثيقة **1** :





أ . تمثل الوثيقة **2** النتائج المسجلة بعد تجارب مختلفة

1 – قارن بين التسجيلات المحصل عليها إثر التنبيه خلال التجارب **1** و **2** .

2 – ما هي طبيعة المشابك: **F1** . **F2** ؟ علل إجابتك.

3– كيف تفسر التسجيلين في المحور الأسطواني للعصبون المحرك **(RN)** المحصل عليهما خلال التجارب :**3** و **4** ؟

ب. لفهم آلية عمل المشبكين السابقين أنجزت تجارب أخرى:

1– بواسطة قطارة مجهرية تم حقن قطرة من الـ GABA أو الـ Acétylcholine على مستوى F1 و F2 و ذلك في غياب أي تنبيه.

النتائج المسجلة ممثلة في الوثيقة –3– .

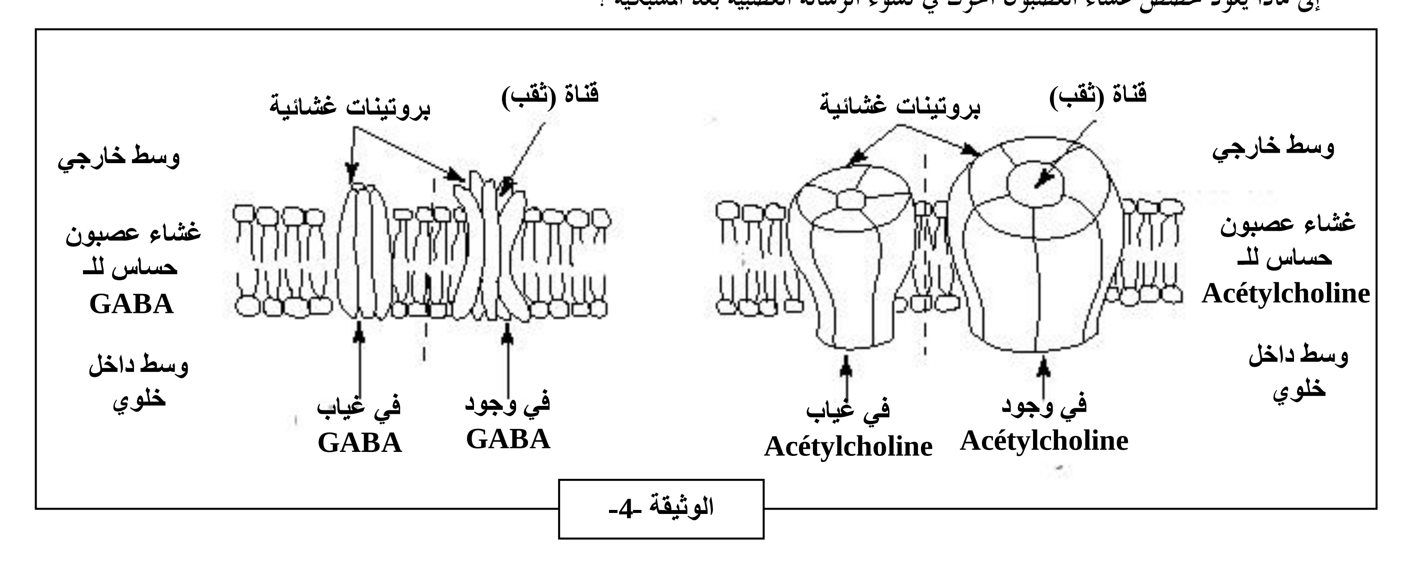
ما هي المعلومـــــــــــات التي يمكنك التوصل إليها من تحليلك للنتائج المسجلة ؟

العمليات المنجزة	حقن GABA في F_1	حقن GABA في F_2	حقن Acétylcholine في F_1	حقن Acétylcholine في F_2
التسجيلات في RM	mv -70	mv -70	mv -70	mv -70

الوثيقة -3-

2– سمحت الدراسة الدقيقة لغشاء العصبون المحرك من وضع الوثيقة 4 .

إلى ماذا يعود تخصص غشاء العصبون المحرك في نشوء الرسالة العصبية بعد المشبكية ؟



الوثيقة -4-

3 –أجري تحليل كيميائي للسائل المحيط بالعصبون المحرك و هيولته و ذلك في غياب أي تنبيه. نتائج التحليل ممثلة في الجدول التالي:

الوسط / الشوارد	الخارج خلوي	الداخل خلوي
Na+	440	49
K+	22	410
Cl-	560	40

- ما هي المعلومات التي تقدمها لك أرقام الجدول حول خصائص عمل غشاء العصبون الحركي ؟

ج. استنادا إلى المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة و معلوماتك بين في نص علمي دقيق العمل المتخصص للبروتينات في النشاط العصبي المدروس

التمرين الحادي عشر:

للبروتينات دور أساسي في الاتصال العصبي ولفهم ذلك أكثر نعالج الموضوع التالي:

I ــ تمثل الوثيقة **1** (أ) التركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة الظاهرة الكهربائية المرافقة لانتقال السيالة العصبية، بينما تمثل الوثيقة**1** (ب) التسجيلات المحصل عليها بواسطة هـــذا التركيب في الأزمنة (ز0، ز1 ، ز2) حيث:

في ز0 : يوضع المسرى المجهري م1 على سطح المحور الإسطواني التسجيل (أ ــ ب)

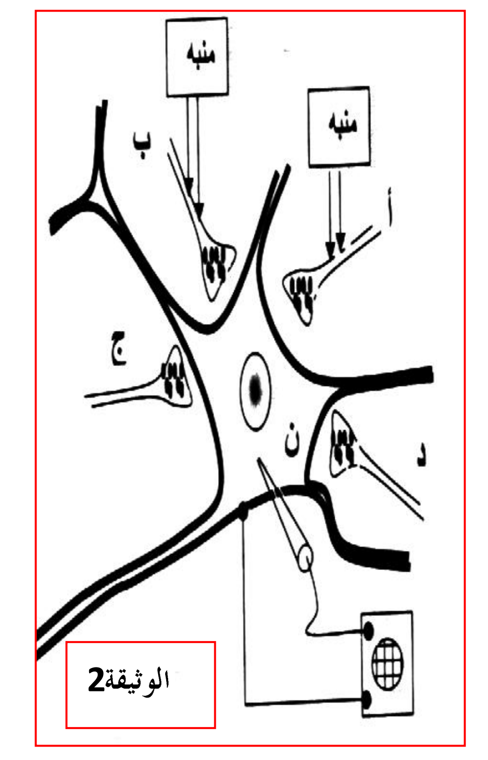
في ز1 : يغرز داخل المحور فنتحصل على التسجيل (ب ج)

في ز2 : نحدث تنبيه فعال فنحصل على التسجيل ــ ع ــ.

الوثيقة 1 (أ)

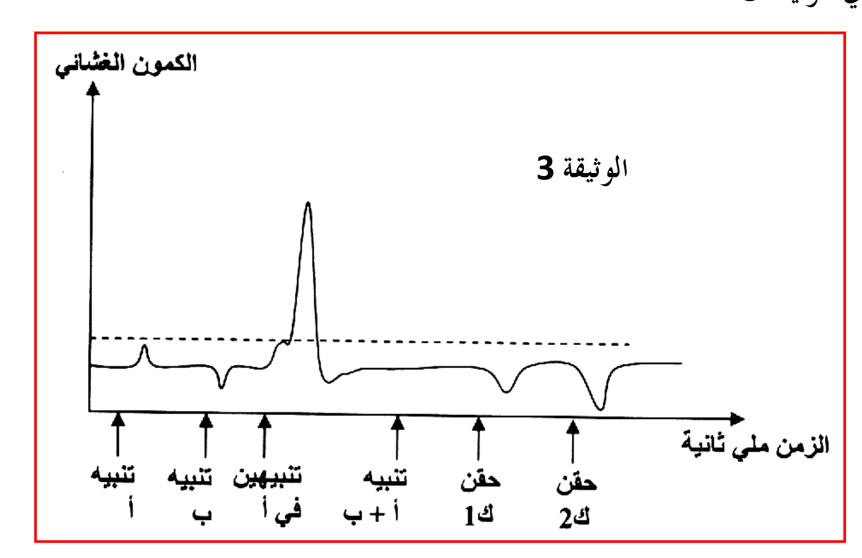
الوثيقة 1 (ب)

1. ما هي خاصية المحور التي تم إظهارها في التسجيل ــ س ــ من الوثيقة **1** ب وضح ذلك برسم بسيط ؟ حدد مصدرها ثم بين كيف يتم الحفاظ عليها ؟
2. حلل وفسر الجزء (ع) معتمدا على الظواهر الكيميائية مبرزا دور البروتينات في ذلك.



II ــ تمثل الوثيقة**2** رسم تخطيطي لعصبون حركي (ن) من النخاع الشوكي لحيـــــوان ثدي الألياف (أ ، ب ، ج ، د) محاور أسطوانية لعصبونـــــات عقدة شوكية.

نبه (أ) ، نبه (ب) ، نبه (أ ، ب) ، نبه (أ) تنبيهات متتالية ، نحقن في المشبك (ب ، ن) مادة حمض غما أمينو بيوتريك (**GABA**) بتراكيز متزايدة نسجل تغيرات استقطاب العصبون (ن) بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي. النتائج موضحة في الوثيقة **3**



1. حلل التسجيلات المحصل عليها في الوثيقة **3** وماذا تستخلص من كل تسجيل ؟
2. وضح في رسم تخطيطي عليه كافة البيانات آلية عمل المشبك (أ ، ن) والمشبك (ب ، ن).

التمرين الثاني عشر:

I - لكي نبين أهمية الفارق في تركيز الــ Na+ و الــ K+ على جانبي غشاء الليف العصبي وكيف يتم المحافظة على ذلك أنجزنـــــ التجارب التالية:

التجربة 01: نضع ليف عصبي للكالمار في سائل فيزيولوجي ، مع تغيير تركيز K+ في هذا السائل ، ثم نحدد فرق الكمون الغشائي المقابل لكل قيمة جديدة من هذا التركيز . يمثل الجدول التالي النتائج المتحصل عليها :

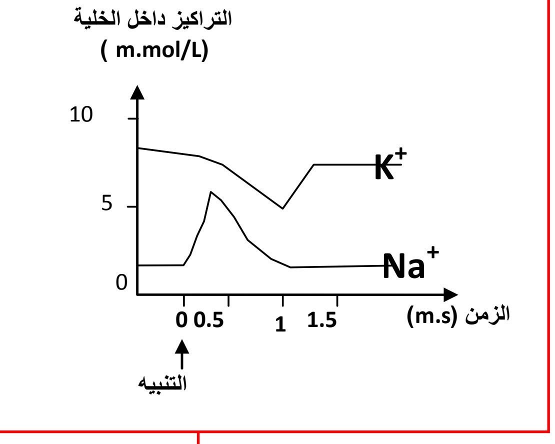
تركيز الـ K+ (m.mol/L)	10	20	30	40	50	60	80	100	120
القيمة المطلقة لكمون الراحة (m.v)	60	50	35	26	20	15	8	3	0

1 ــ أنجز منحنى تغيرات كمون الراحة بدلالة تركيزK+ الخارجي.

2 ــ ماذا تستنتج بخصوص تطور قيمة كمون الراحة حسب تركيزK+ خارج المحور ؟

التجربة 02: تمثل الوثيقة 01 ظواهر كيميائية في نقطة منبهة من غشاء الليف العصبي .

3 ــ حلل وفسر هذه الظواهر .



الوثيقة 01

التجربة 03: وضع محور اسطواني الكالمار في ماء بحر به Na+ مشع فأصبحت الهيولة مشعة في ظرف بضع ساعات .

4 ــ ما خاصية غشاء المحور بالنسبة للــ Na+ والتي يمكن استخلاصها من هذه التجربة؟

– يبدي الغشاء نفس الخاصية بالنسبة الــ K+ .

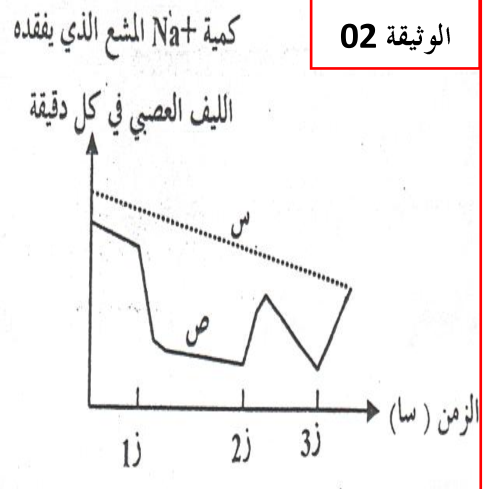
5 ــ ما الحركات التي يمكن توقعها لأيونات K+ وNa+ عبر هذا الغشاء ؟

التجربة 04: نقل المحور المشع للتجربة 03 إلى ماء بحر عادي متجدد بانتظام ، فظهرNa+ مشع في الماء المتجدد.

6 ــ معتمدا على نتائج هذه التجربة فقط ، فسر الآليات التي تثبت توزع أيونات الــ Na+ قبل التنبيه .

التجربة 05: لتفسير طبيعة هذه الآليات حقنت كمية من الــ Na+ المشع في محور الكالمار، ثم وضع هذا المحور في ماء بحر يحتوي على Na+ عادي، مع تجديد الماء خلال فترات زمنية منتظمة.

الوثيقة 02



نتائج قياس كمية الــ Na+ المشع الذي يظهر في الماء ممثلة في الوثيقة 02 .

في ز1 : أضيف السيانور إلى ماء البحر(مادة سامة توقف تركيب الــ ATP) .

في ز2 : حقن المحور بكمية من الــ ATP .

في ز3 : وضع المحور في ماء بحر عادي .

النتائج المحصل عليها ممثلة في المنحنى (ص) أما المنحنى (س) فيمثل نتائج تجربة بدون سيانور.

7 ــ حلل وفسر المنحنيين (س) و (ص) .

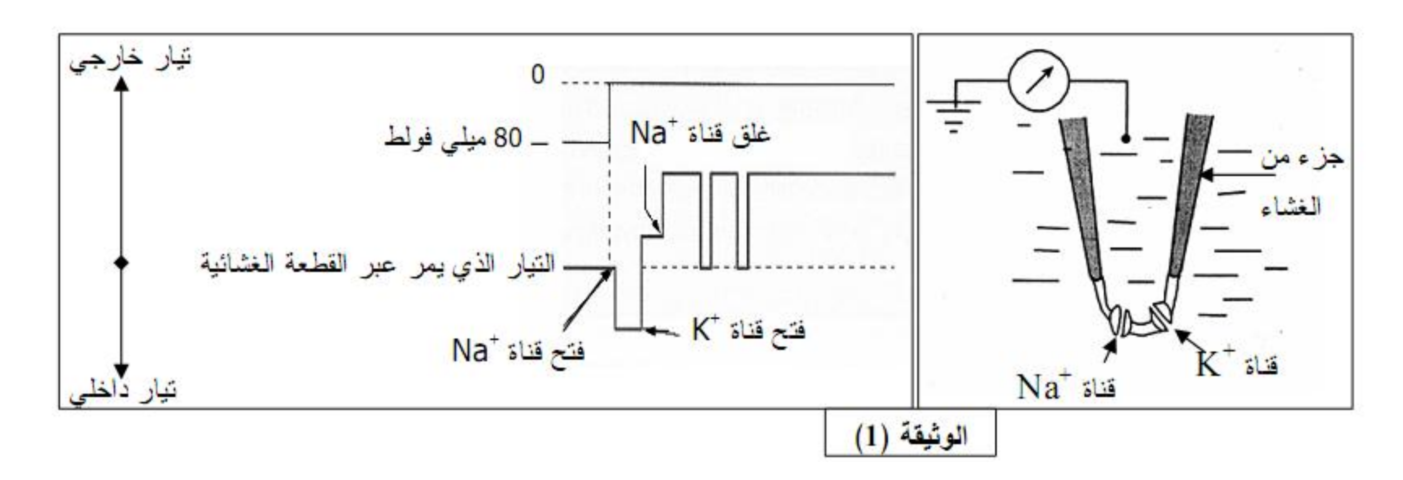
8 ــ حدد طبيعة وعمل الآليات التي تحافظ على ثبات تركيز أيونات Na+ وK+ خلال كمون الراحة .

II - مما سبق ومعلوماتك أنجز رسما تخطيطيا مبسطا تظهر من خلاله البنيات والآليات المتدخلة في تبادل أيونات الــ Na^+ والــ K^+ عبر الغشاء الهيولي لليف العصبي خلال كمون الراحة.

التمرين الثالث عشر:

نقل السيالة العصبية على مستوى المشبك تؤمنه وسائط كيميائية تحررها النهايات العصبية للعصبون قبل مشبكي والتي يتولد عنها كمون على مستوى الغشاء بعد مشبكي. نقترح في هذا التمرين دراسة آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك بتدخل وسائط عصبية.

I - 1 – طبق تغير في كمون جزء من غشاء مشبكي (تم عزله بتقنية **patch – clamp**) يحوي قناتين فقط احداهما خاصة بـــ Na^+ والأخرى خاصة بـــ K^+) . التركيب التجريبي والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة –**1**–



الوثيقة (1)

أ . حلل التسجيلين المحصل عليهما.

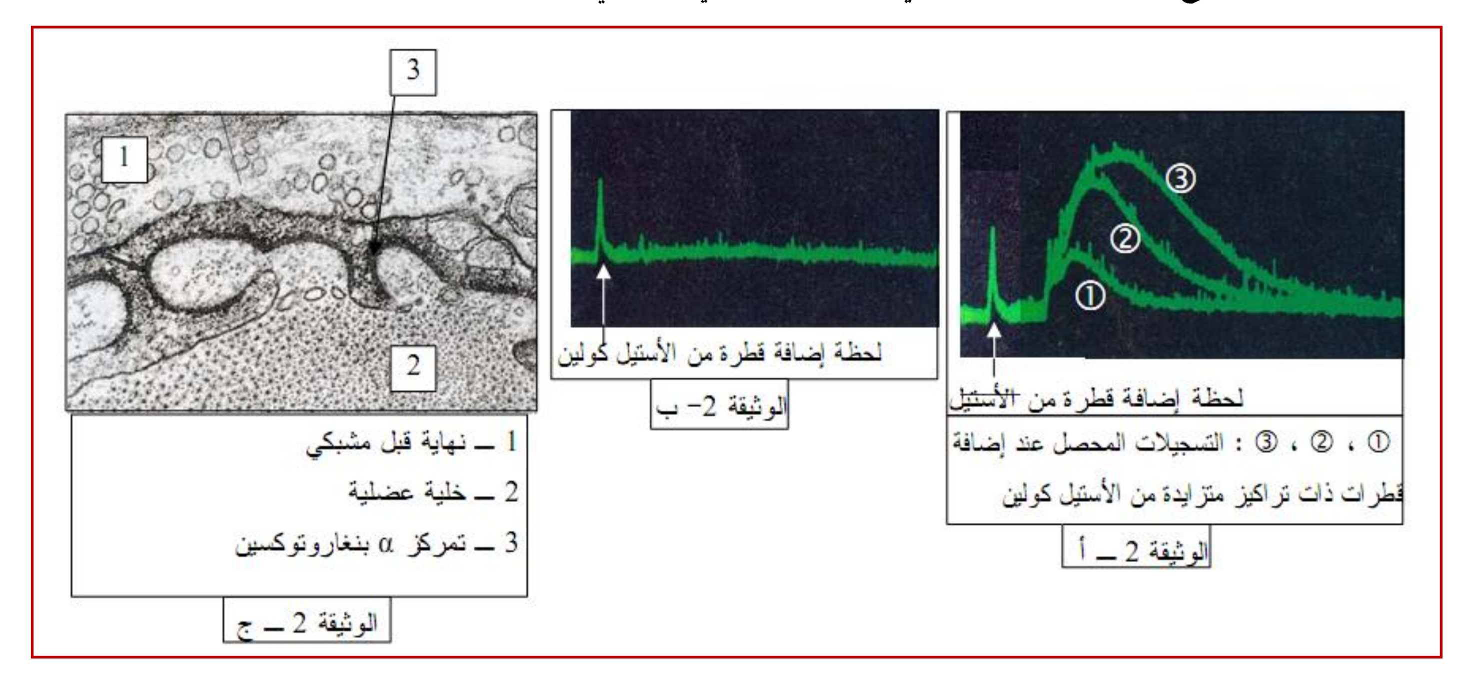
ب. ماذا يمكنك استخلاصه فيما يخص مصدر كمون العمل المتولد عن تنبيه؟

2 ــ نقترح الأشكال (أ ، ب ، ج) من الوثيقة **01** حيث:

ــ الوثيقة (**2**. أ) : الحالة الكهربائية للغشاء بعد مشبكي أضيفت له كميات متزايدة من الأستيل كولين .

ــ الوثيقة (**2**. ب) : التسجيل المحصل عليه بعد حقن الأستيل كولين ثم حقن مادة α بنغاروتوكسين وهي مادة سامة تسبب الشلل مستخلصة من سم الأفعى.

ــ الوثيقة (**2**. ج) : صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة اتصال عصبي – عضلي تمت معالجتها بمادة α بنغاروتوكسين المشعة .



الوثيقة 2 ــ ج

الوثيقة 2– ب

الوثيقة 2 ــ أ

1 ــ أربط علاقة بين الأشكال (ا ، ب ، ج) ، لتفسير آلية نقل الرسالة العصبية على مستوى مشبك ذي أستيل كولين .

2 ــ ما الفرضية المقترحة فيما يخص تأثير مادة α بنغاروتوكسين على مستوى الغشاء بعد مشبكي ؟

ــ سمحت تقنية الفلورة المناعية من تحديد تموضع مستقبلات غشائية خاصة بالأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي .

3 ــ هل تسمح لك هذه النتيجة بتأكيد الفرضية المقترحة في السؤال (**2**) ؟ علل إجابتك.

II - تظهر الوثيقة **03** البنية الفراغية لمستقبل الأستيل كولين وبنية إحدى تحت وحداته، مع رسم توضيحي لمظهر علوي.

الوثيقة 03

1 2 3 2 منظر علوي — منظر جانبي — بنية إحدى تحت الوحدات (NH_2، 4، COOH، 5، α، β، δ)

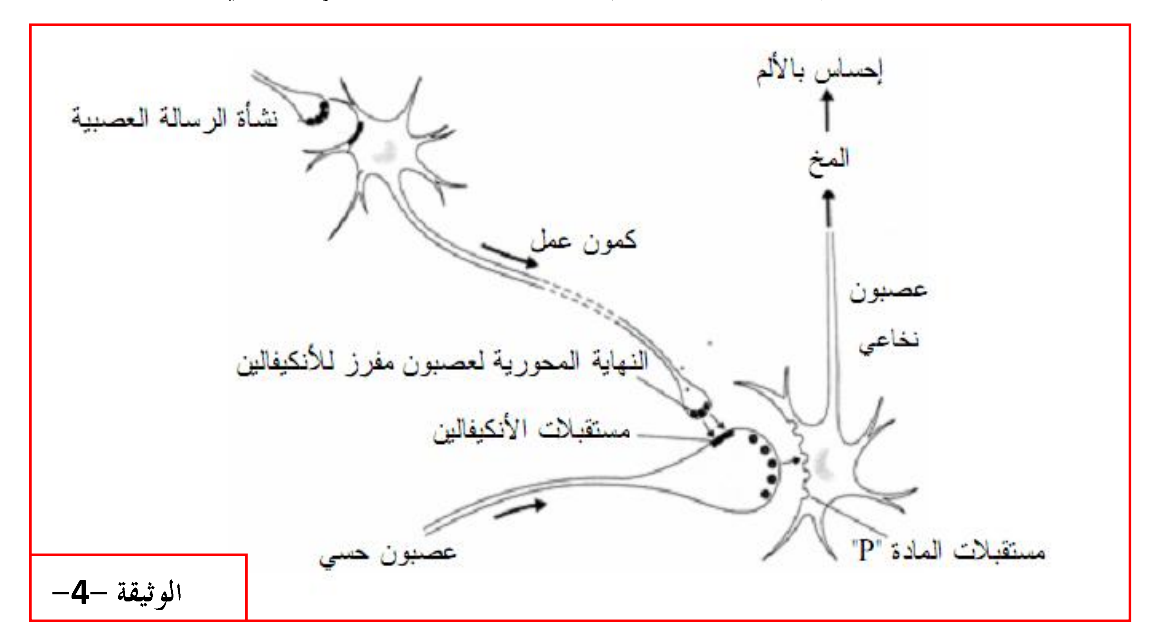
1 ــ تعرف على البيانات المرقمة .

2 ــ حدد الطبيعة الكيميائية لمستقبل الأستيل كولين ، ثم صف بنيته .

3 ــ علل تسمية هذه المستقبلات بالقنوات الكيميائية .

4 ــ بين برسم تخطيطي عليه البيانات اللازمة كيف تعمل هذه القنوات على مراقبة تدفق شوارد الــ Na^+ .

II - تمثل الوثيقة –**4**– المسار العصبي المتدخل في نقل الألم وتخفيفه على مستوى النخاع الشوكي



الوثيقة –**4**–

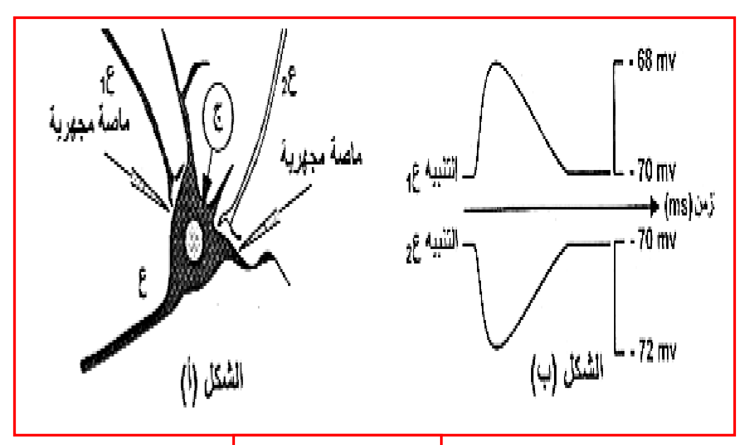
** بالاستعانة بالوثيقة –**4**– حدد الدعامة العصبية الناقلة للإحســــــــــــــــــــاس بالألم و فسر كيف يتم تخفيف هذا الإحساس في وجود بعض المخدرات مثل المورفين.

التمرين الرابع عشر:

يدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات التي ترد إليه والآتية إما من نفس العصبون قبل مشبكي أو من عصبونات قبل مشبكية مختلفة .

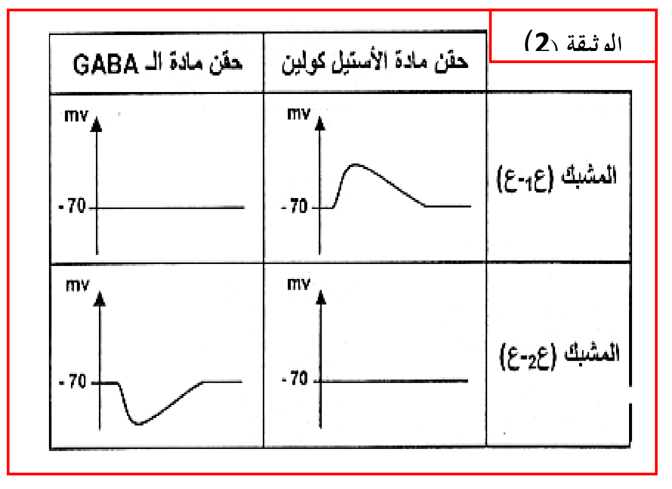
قصد التعرف على أنواع المشابك وآلية الإدماج العصبي نقترح الدراسة التالية :

I - الشكل (أ) من الوثيقة (**1**) يمثل نهايات عصبية تتمفصل مع الجسم الخلوي لعصبون محرك ، بينما الشكل (ب) يمثل التسجيلات المتحصل عليها في جهاز التسجيل (ج) بعد تنبيه فعال في ع**1** و ع**2** .



الوثيقة (**1**)

1 ــ حلل التسجيلات الناتجة ، ثم استخرج نوع المشبكين (ع**1** ــ ع) و (ع**2** ــ ع).

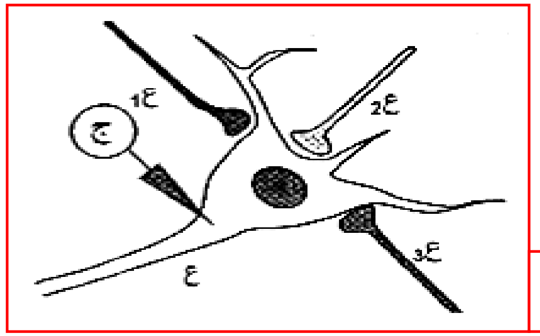


2 ـــ باستعمال ماصة مجهرية نضيف مواد كيميائية مختلفة على مستوى المشبك (ع1 ـــ ع) والمشبك (ع2 ـــ ع) ثم نسجل في جهاز التسجيل (ج) .

النتائج المتحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2) :

* قارن بين النتائج المتحصل عليها في كل حالة . ماذا تستنتج ؟

3 ـــ انطلاقا مما سبق وبالاستعانة بمعلوماتك ، أنجز رسما تخطيطيا وظيفيا يوضح عمل كل من المشبك (ع1 ـــ ع) والمشبك (ع2 ـــ ع)



الوثيقة (3)

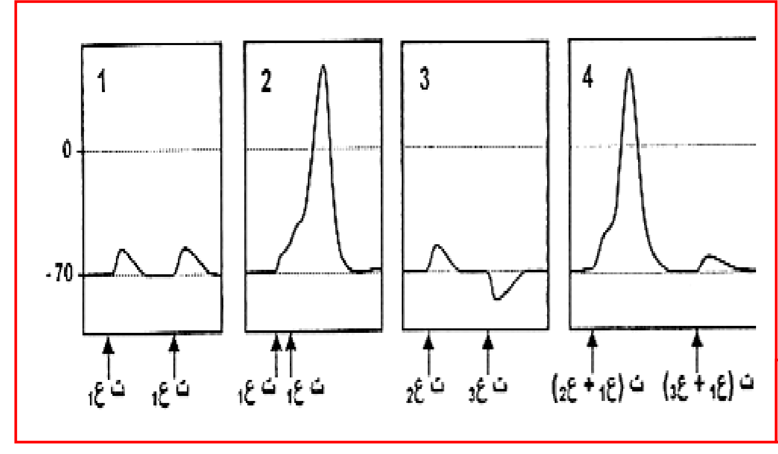
II - ننجز التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (3) ، ثم نجري تنبيهات فعالة (ت) وبحالات مختلفة على العصبونات ع1 ، ع2 ، ع3 .

الحالة 1 : تنبيهين متباعدين للعصبون ع1 .

الحالة 2 : تنبيهين متقاربين للعصبون ع1 .

الحالة 3 : تنبيه العصبون ع2 ثم العصبون ع3 .

الحالة 4 : تنبيه العصبون ع1 والعصبون ع2 في نفس الوقت ، وبعد مدة زمنية تنبيه العصبون ع1 و العصبون ع3 في نفس الوقت .



الوثيقة (4)

النتائج المتحصل عليها على جهاز التسجيل (ج) موضحة في الوثيقة (4)

1 ـــ حلل التسجيلات الناتجة في كل حالة .

2 ـــ قدم تفسيرا لتسجيلات الحالتين 2 و 4 .

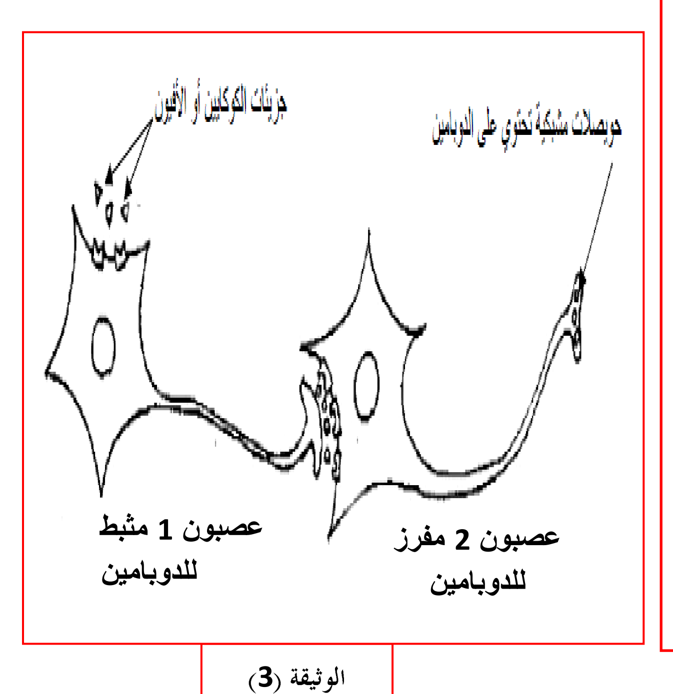
3 ـــ استنتج شروط توليد كمون عمل على مستوى الخلية بعد مشبكية

التمرين الخامس عشر:

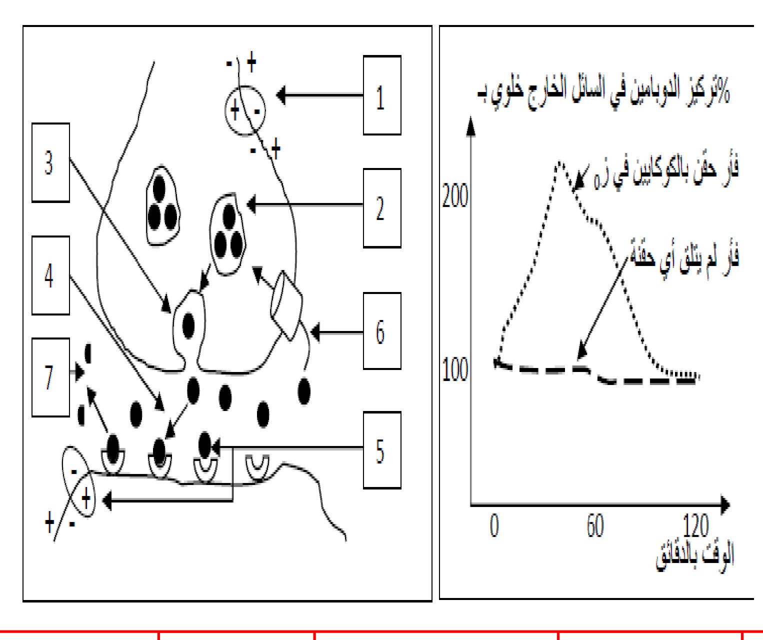
للبروتينات دورا محوريا في انتقال المعلومات العصبية سواء على طول الخلايا العصبية أو المشابك. بالمقابل تتفاعل الكثير من الجزيئات الطبيعية والاصطناعية مع تلك البروتينات خاصة على مستوى المشابك ، مما يؤثر على انتقال المعلومة العصبية على هذا المستوى ، كما أن الشخص الذي يتعاطى هذه الجزيئات باستمرار يصاب بالإدمان.

من أخطر الجزيئات الطبيعية الكوكائين والمورفين التي تؤثر على عصبونات مخية عند تنبيهها تفرز مبلغ كيميائي يسمى الدوبامين (Dopamine) ، فينتاب الشخص حالة من الراحة النفسية والمتعة ، تعرف هذه السلسلة بنظام المكافأة .

** لمعرفة تأثير مخدر الكوكائين على النقل المشبكي ، أدخل مسبار مجهري في منطقة معينة من مخ الفأر مربوطة بنظام لتتبع تغيرات تركيز الدوبامين في السائل المحيط بالعصبونات . نتائج التجربة المنجزة ممثلة في الوثيقة (1) .



الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

الوثيقة (1)

1 ــ حلل معطيات الوثيقة (1) ، وما هي المعلومة التي تستخرجها حول تأثير الكوكائين ؟

2 ــ تبين الوثيقة (2) مخطط آلية عمل مشبك يعمل بالدوبامين :

أ / اشرح في نص علمي طريقة عمل هذا المشبك معتمدا على الأرقام .

ب / مستعينا بالوثيقة (3) ، بين تأثير الكوكايين على النشاط العصبي ، مبرزا في ذات الوقت خطر التعاطي المستمر لهذا المخدر.

التمرين السادس عشر:

تتدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد ، ويهدف التعرف على طريقة تأثير المخدرات على مستوى هذه المراكز أنجزت الدراسة التالية :

I - تمثل الوثيقة (1) العلاقة البنيوية والوظيفية لسلسلة عصبونات تتدخل في نقل الألم موجودة على مستوى القرن الخلفي للنخاع الشوكي ، حيث:

* العصبون ع1 : عصبون حسي.
* العصبون ع2 : عصبون جامع.
* العصبون ع3 : العصبون الناقل للألم باتجاه الدماغ.

رسالة عصبية
رسالة عصبية
عصبون (ع 2)
عصبون (ع 1)
أنكيفالين
المادة P
مشبك (م 2)
مشبك (م 1)
عصبون (ع 3)
باتجاه الدماغ

الشكل (أ)

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة (2) نتائج تواتر كمونات عمل على مستوى العصبون ع3 حيث تم الحصول على :

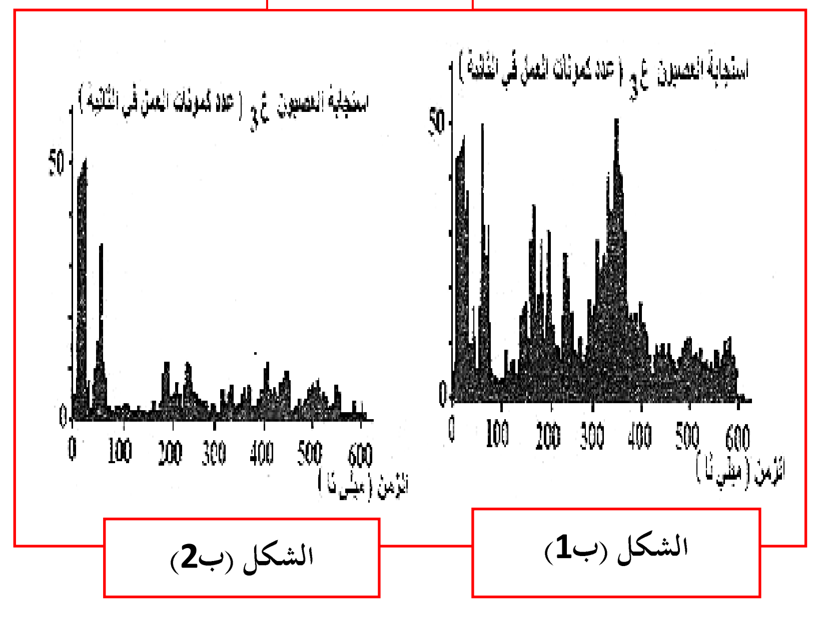
* الشكل (ب1) : بعد إحداث تنبيه فعال في العصبون ع1 .
* الشكل (ب2) : بعد 5 دقائق من إضافة المورفين على مستوى المشبك م2 و إحداث تنبيه فعال في العصبون ع1.

1 ــ حلل النتائج الممثلة في الشكلين (ب1) و (ب2) .

- ماذا تستخلص ؟

2 ــ قدم فرضية تفسر بها طريقة تأثير المورفين على مستوى سلسلة العصبونات المبينة في الشكل (أ) .

الوثيقة (2)



الشكل (ب1)

الشكل (ب2)

II - للتحقق من الفرضية السابقة نقترح ما يلي:

1 ــ نتائج تجريبية :

* أدى تنبيه كهربائي فعال في العصبون ع1 إلى الإحساس بالألم من جهة ، وظهور كثيف للمادة P في المشبك م1 من جهة أخرى .
* عند إحـــداث تنبيه كهربـــــائي فعـــــال في كل من العصبون ع2 و العصبون ع1 لم يتم الإحساس بالألم وبالمقابل سجل وجود مادة الأنكيفالين في المشبك م2 بتركيز كبير .

ــ كيف تفسر هذه النتائج ؟

2 ــ تمثل الوثيقة (2) البنية الفراغية لكل من المورفين و الأنكيفالين ، وطريقة ارتبـــاطهما بالغشـــــاء بعد المشبكي للعصبون ع1 .

* حلل هـــــــــــذه الوثيقـــــــــــة .

الوثيقة (2)

أنكيفالين

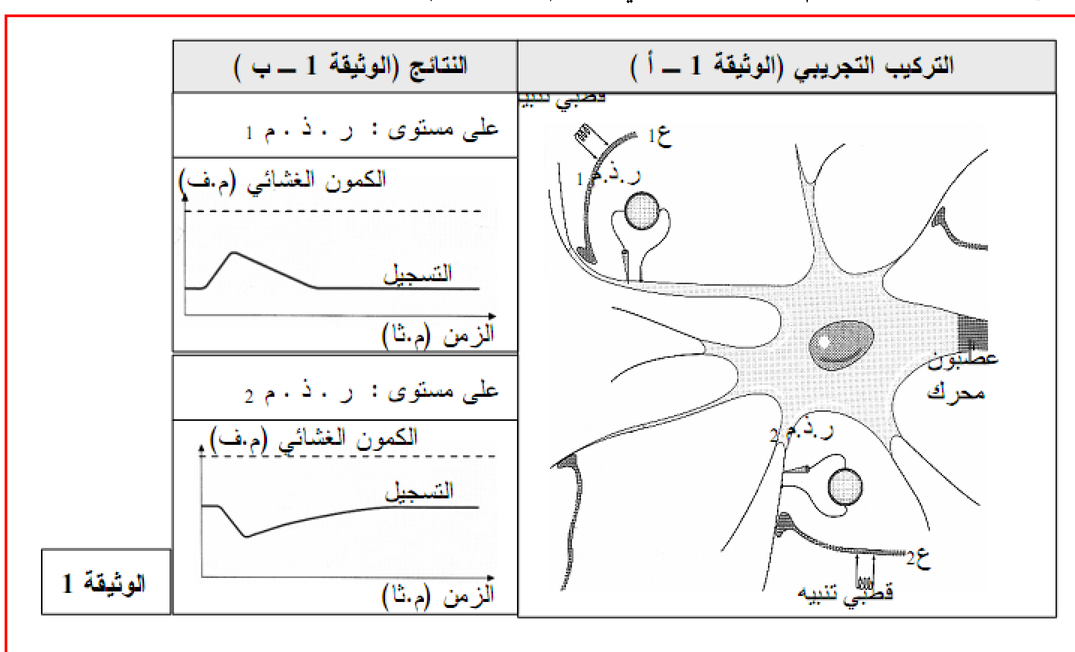
مورفين

3 ــ هل تسمح لك كل من النتائج التجريبية والوثيقة (2) بالتحقق من الفرضية المقترحة ســـــــــــابقا ؟ علل إجابتك.

التمرين الســابع عشر:

I - في إطار دراسة الإدماج العصبي ننجز التركيب التجريبي الممثل بالوثيقة (1. أ).

نحدث تنبها فعالا على مستوى العصبونيين قبل المشبكيين (ع1 و ع 2) المتصلين بنفس العصبون المحرك، نسجل كمونات غشائية على مستوى كل من راسم الذبذبات المهبطي (ر ذ م1)و (ر ذ م2). الوثيقة (1. ب).



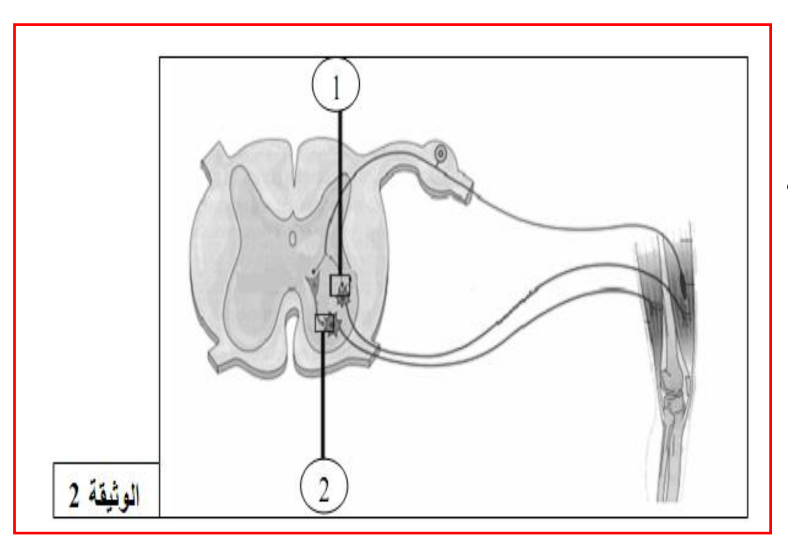
1. أ . قارن بين التسجيلين المحصل عليهما في الوثيقة (1. ب).

ب. ما هي أنماط المشابك التي تم إظهارها؟

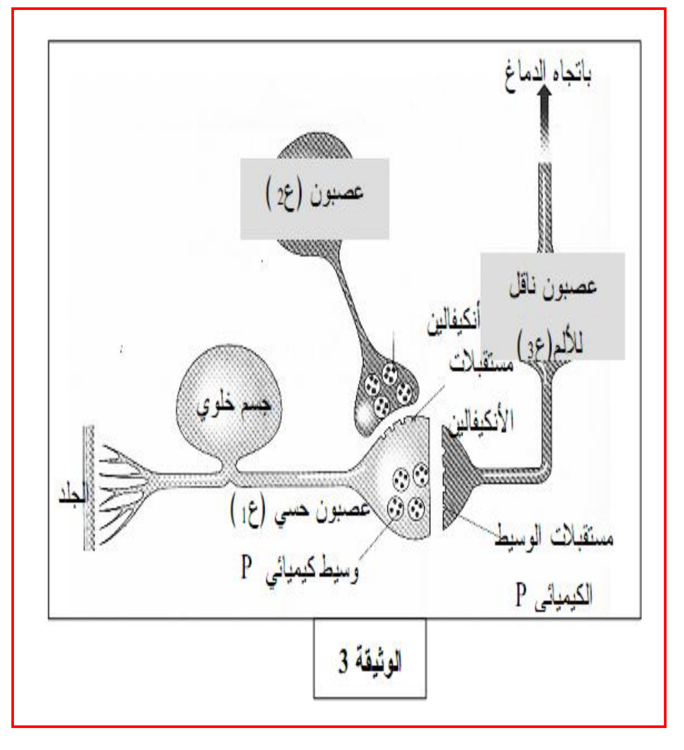
2. بالاستعانة بالمعلومات السابقة فسر كيف يتم دمج الكمونات الغشائية قبل مشبكية على مستوى العصبون المحرك.

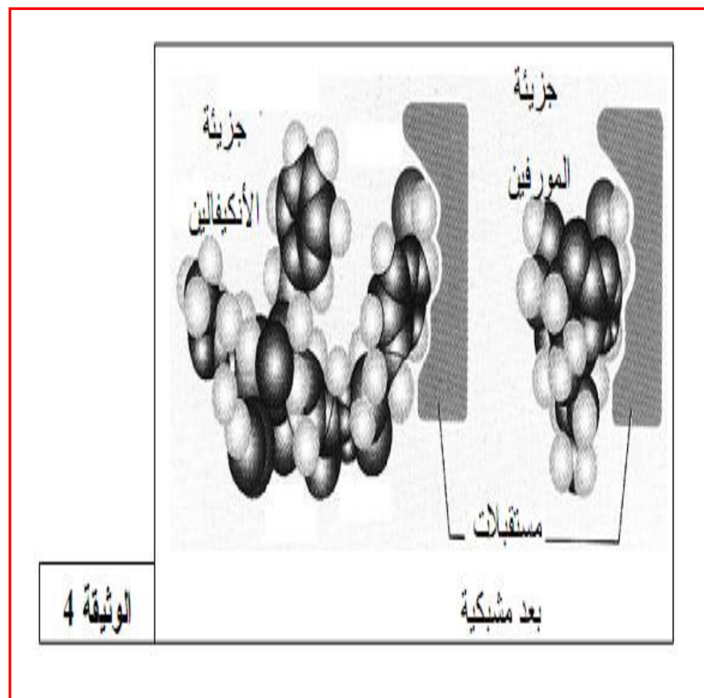
3. أ. أعد الرسم الممثل بالوثيقة –2– للمنعكس العضلي واكتب جميع البيانات الضرورية.

ب. أكمل الرسم وذلك بتمثيل الظواهر الأيونية التي تتم على مستوى الغشاء بعد مشبكي لكل من المشبكين 1 و 2



II - نستعمل كل من المورفين والمخدرات التي تحوي الأفيون في الطب كمسكنات قوية مضادة للألم. بينت التحاليل بعد حقن المورفين تواجده على مستوى الشق المشبكي بين العصبون الجامع و العصبون النابذ للنخاع الشوكي.كما بينت الدراسات أن العصبون النابذ يفرز وسيط كيميائي يؤثر به على العصبون الناقل للألم كما هو موضح في الوثيقة –3–





ـــ تمثل الوثيقة –4– صور تركيبية للشكل الفراغي لكل من جزيئة المورفين و الأنكيفالين.

1. من خلال استغلالك للوثيقتين –3– و –4– فسر طريقة تأثير المورفين على سلسلة العصبونات المبينة في الوثيقة –3–

2. باستعمال المعلومات السابقة ومعلوماتك الخاصة، استخلص تأثير المخدرات على مستوى المشابك.

التمرين الثامن عشر:

1. تمثل الخلية الوحدة البنائية لكل الكائنات الحية ، فهي تمتلك نمطا بنيويا واحدا مع فروقات طفيفة . تمثل الوثيقة **1** رسما تخطيطيا أنجز اعتبارا من ملاحظات مجهرية للنسج العصبية المكونة للجهاز العصبي المركزي.

أ) أكتب البيانات المشار إليها بـــ: أ.ب .ج .د من الوثيقة **1**.

ب) أذكر العلاقة الوظيفية بين كل من:

- العضية د ، والعضية ب.
- العضية ب ، والعضية أ.

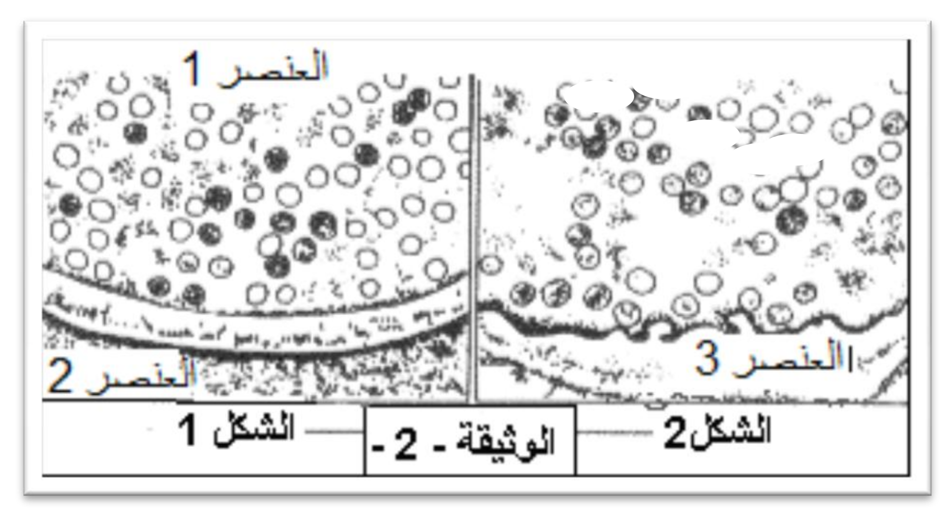
العنصر 1
العضية د
العضية أ
العنصر 2
الوثيقة -1-
العضية ج
العضية ب

2. الجزء المؤطر من الوثيقة **1** بنية وظيفية كثيرة التواجد ضمن النسيج المكون للمراكز العصبية كالدماغ .

أ) عدد العناصر المكونة لهذه البنية المؤطرة.

ب) اذكر خصائص كل عنصر من عناصرها البنيوية.

3. يتطلب نشاط هذه البنية (الجزء المؤطر) شوارد (Ca^{++}).الوثيقة **2** ملاحظات مجهرية أخذت في مرحلة النشاط.



— عند سحب كل شوارد الكالسيوم (Ca^{++}) من العنصر **3** و وسط الحضن ، فإن التنبيه المحدث في مستوى العنصر **1** لا يتبع بأي تسجيل بياني على جهاز التسجيل المرتبط بالعنصر **2** ، بينما يسجل جهاز التسجيل المرتبط بالعنصر **1** كمون عمل و تحافظ بنية الوثيقة **2** على مظهرها الممثل بالشكل **1**.

— عند حقن شوارد Ca^{++} في نهاية العنصر**1**، فإنه لا يظهر على جهاز التسجيل المرتبط بهذا العنصر أي تسجيل بياني لكن جهاز التسجيل المرتبط بالعنصر**2** يُظهِر كمون عمل ويصبح مظهر هذه البنية كما يمثله الشكل **2** من الوثيقة **2**.

— عند حقن الإيكورين في نهاية العنصر**1**، فإنه يصبح مضيئا في **1** فقط وذلك خلال انتقال السيالة العصبية في مستوى هذه البنية و يصبح مظهرها كما يمثله الشكل **2** من الوثيقة **2**.

(الإيكورين بروتين له القدرة على الارتباط بشوا رد الكالسيوم (Ca^{++}) فيصبح يصدر إشعاعات ضوئية)

أ) حلل هذه النتائج.

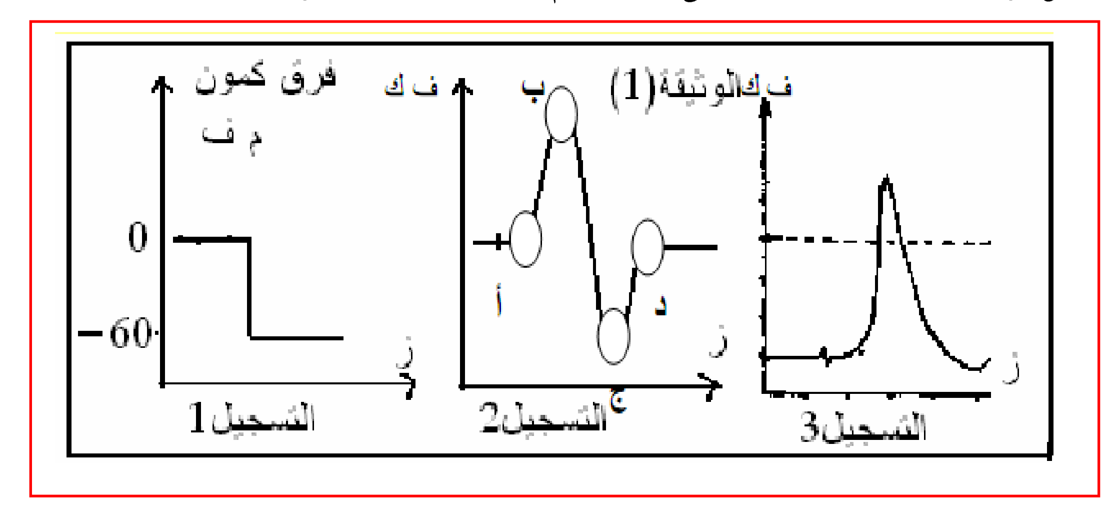
ب) ما هي العلاقة بين تواجد شوارد الكالسيوم ومظهر نهاية البنية أ التي تبديه الوثيقة **2** ؟

ت) معتمدا على ما توصلت إليه ومعلوماتك الخاصة اشرح ماذا يحدث خلال نقل السيالة العصبية في مستوى بنية الوثيقة **2**

التمرين التاسع عشر:

يهدف هذا الموضوع لدراسة بعض الظواهر الكهربائية و الشاردية للكمون الغشائي:

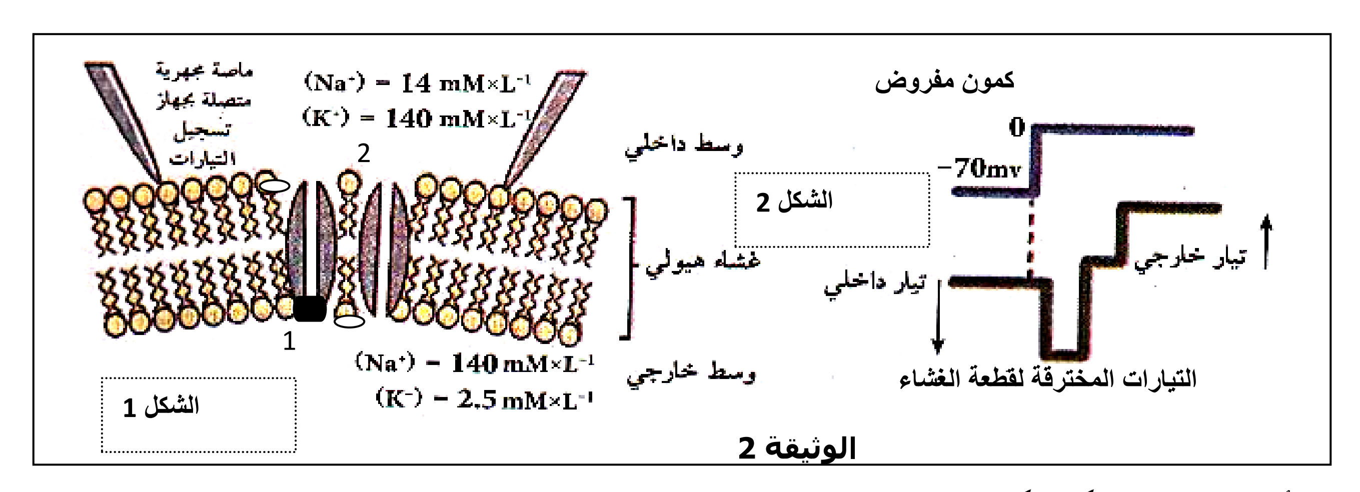
I – تمثل الوثيقة **1** تسجيلات ارتسمت على شاشة ر.ذ.م خلال دراسة نشاط المحور العملاق للكالمار .



1. حدد بالنسبة لكل تسجيل موضع مسريين الاستقبال . و بين في كل حالة هل أحدثنا تنبيها أم لا ؟
2. ضع عنوانا مناسب لكل تسجيل .
3. يرافق انتقال السيالة العصبية على طول غشاء الليف العصبي ظواهر كهربائية .

حدد على مستوى الدوائر المشار إليها في التسجيل (**2**) توزع الشحنات الكهربائية على جانبي غشاء المحور العملاق للكالمار .

II - يوضح الشكل **1** من الوثيقة (**2**) المبدأ المتبع في تحضير قطعة من غشاء المحور العملاق للكالمار ، أما الشكل **2** من نفس الوثيقة فيظهر تسجيل التيارات الداخلة و الخارجة الناتجة إثر فرض كمون على قطعة الغشاء المعزولة السابقة.



الوثيقة 2

1. أعط عنوانا مناسبا لكل شكل.
2. سم القناتين **01** و **02** .
3. ما هي الفرضية التي يمكن وضعها كمصدر للتياريْن الداخلي والخارجي ؟
4. كخلاصة لما ورد في التمرين و معلوماتك، اشرح في نص علمي الظواهر الكهربائية و الشاردية لمختلف الكمونات الغشائية.

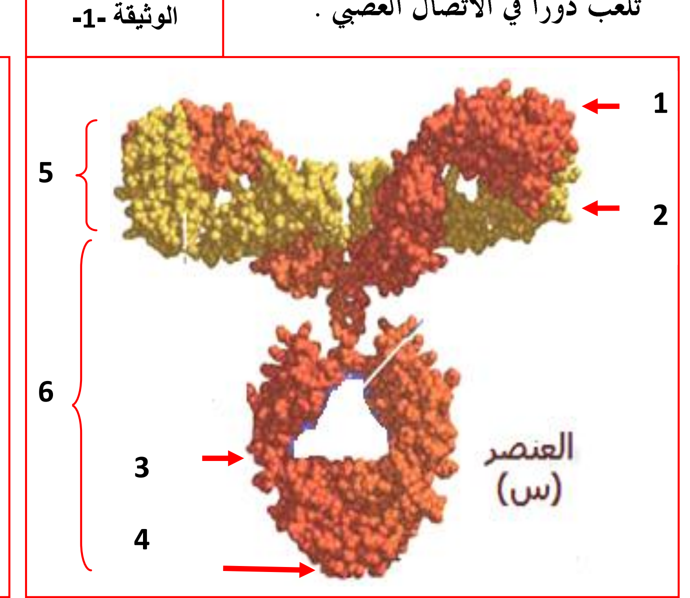
التمرين العشرون:

البروتينات جزيئات حيوية تأخذ بعد تركيبها بنيات فراغية محددة ومعقدة لتأدية وظيفتها المحددة.

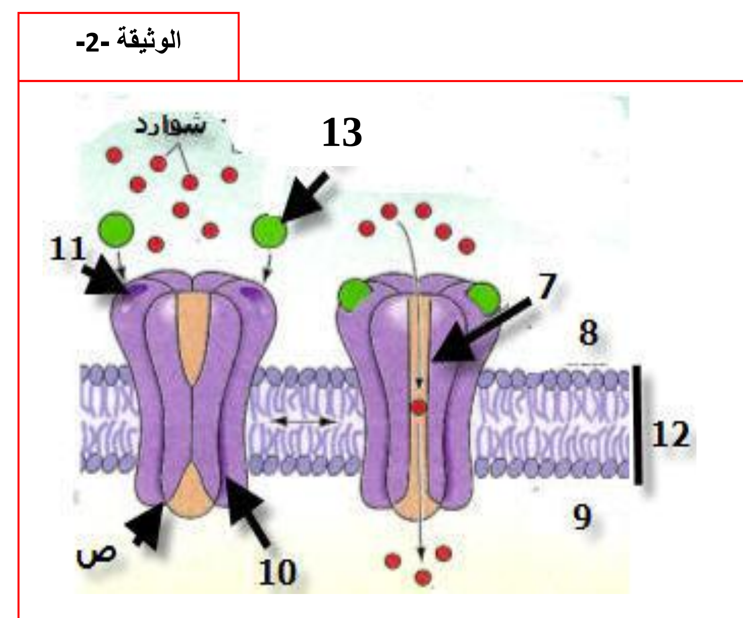
يهدف هذا الموضوع دراسة بعض وظائف البروتينات مثل ضمان الاتصال العصبي والدفاع عن الذات.

I – تمثل الوثيقة (**1**) النموذج الجزيئي ثلاثي الأبعاد للعنصر (س) الذي يلعب دورا في الدفاع عن الذات، بينما عناصر(ص) من الوثيقة (**2**) تلعب دورا في الاتصال العصبي .

الوثيقة -1-



الوثيقة -2-



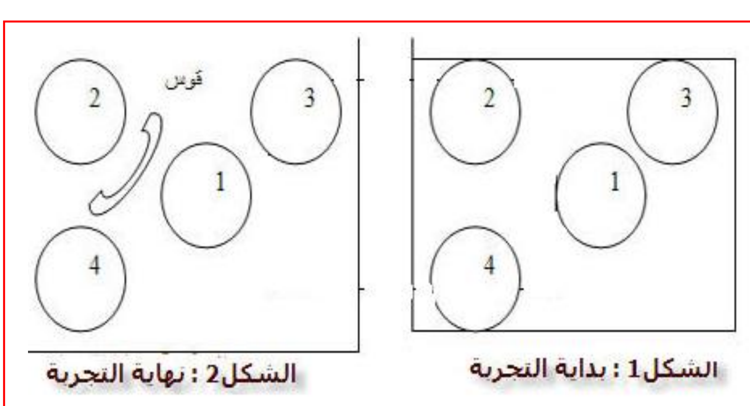
1 – تعرف على العنصرين (س) و (ص) . ثم أكتب البيانات المرقمة من **1** إلى **13**.

2– أذكر الاختلاف بين العنصرين (س) و(ص) من حيث البنية.

3 – تتكون العناصر السابقة من ارتباط وحدات بنائية بسيطة. وضح بمعادلة كيميائية كيفية ارتباط ثلاث وحدات مستخدما صيغتها العامة.

II – نجري الآن سلسلة من التجارب للتعرف على دور العنصرين (س) و(ص) .

1 – ينتج مرض المونونيكليوز **Mononucleose** نتيجة الإصابة بفيروس **V** . للتأكد من إصابة أوسلامة السيد رؤوف من هذا المرض أنجزت التجربة التالية: نضع فوق صفيحة زجاجية مغطاة بطبقة من الجيلاتين تسمح بانتشار المواد . محـــــاليل مختلفة في حفرة كما هو مبين في الوثيقة (**3**).



الحفرة**1** : مصل السيد رؤوف

الحفرة**2** : محددات المستضد للفيروس **V**

الحفرة **3** : مصل شخص عادي

الحفرة **4** : محددات المستضد

الوثيقة –**3**–

أ – فسر تشكل قوس الترسب. ماذا تستنتج ؟

ب – ما نوع الاستجابة المناعية المكشف عنها ؟ .علل إجابتك.

جـ – أنجز رسما تخطيطيا مفسرا لأحد العناصر المكونة للقوس.

2 – لإبراز بعض جوانب آلية الاستجابة المناعية عند رؤوف تم القيام بعزل:

* بلعميات كبيرة M1 فقط من عند رؤوف

* بلعميات كبيرة M2 ولمفاويات LT ولمفاويات LB من التوأم الحقيقي لرؤوف غير المصاب بالمرض الذي يعاني منه رؤوف.

تم زرع هذه الخلايا في أوساط زرع مختلفة. تلخص الوثيقة (4) شروط ونتائج التجارب المنجزة.

الأوساط	1	2	3	4	5	6
مكونات الوسط	M1+ LB	LT4+M1	LB+LT4	LB+LT4+M1	LB+LT4+M2	LB+M1 +السائل الطافي للوسط4
النتائج	غياب الخلايا البلازمية			بلازميات كثيرة	غياب الخلايا البلازمية	بلازميات كثيرة

أ – قارن النتائج المحصل عليها في كل من الأوساط 1 و2 و 3 من جهة , بتلك المسجلة في الوسط 4 من جهة ثانية ؟ ماذا تستنتج ؟

ب – اعتمادا على إجابتك السابقة. كيف تفسر النتائج المحصل عليها في الوسط 5 .

جـــ – انطلاقا من نتائج الأوساط 1 و4 و6 . استنتج دور اللمفاويات LT

3 – يبين الشكل (أ) التركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة التسجيلات الكهربائية في الليف العصبي , بينما يمثل الشكل(ب) المنحنى المسجل على شاشة الجهاز (الوثيقة5)

– حلل هذا المنحنى. ما هي الشروط التجريبية لتسجيله؟.

4 – بواسطة تقنية Patch-clamp تمكنا من عزل جزء من مساحة الغشاء السيتوبلازمي في مستوى الليف العصبي. ونقوم بعد ذلك بوضع هذا الليف في ثلاث حالات تجريبية:

الحالة الأولى: الوسط الخارجي لليف على مستوى الجزء المعزول يحتوي على 10 ملي مول/ل من مادة T.E.A التي تمنع نفاذية الغشاء السيتوبلازمي لشوارد K^+ .

الحالة الثانية: الوسط الخارجي لليف على مستوى الجزء المعزول يحتوي على بعض الملي مولات من مادة T.T.X التي تمنع نفاذية الغشاء السيتوبلازمي لشوارد Na^+.

الحالة الثالثة: الوسط الخارجي لليف العصبي على مستوى الجزء المعزول لا يحتوي على مادتي T.E.A و T.T.X.

أ – أعط تفسيرا لتدفق الأيوني الملاحظ في كل من الحالتين الأولى والثانية.

ب – بين كيف تمكنك النتائج المحصل عليها في هاتين الحالتين من تفسير التدفق الأيوني الملاحظ في الحالة الثالثة.

جـــ – بناء على مختلف المعطيات السابقة. فسر كلا من الجزأين 2 و 3 من الشكل (ب) الوثيقة–5–

III – انطلاقا مما توصلت إليه في هذا الموضوع ومعلوماتك المكتسبة. اكتب نصا علميا دقيقا توضح فيه دور البروتينات في الدفاع عن الذات والاتصال العصبي.

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم

من لزم الاستغفار

جعل الله له من كل ضيق مخرجا

ومن كل هم فرجا

ورزقه من حيث لا يحتسب

l.gaitibi

التوفيق والنجاح الامتحانات الرسمية

المخدرات ..
آفة المجتمع
تربية نت

الحل

التمرين الأول: أ . تعريف المصطلحات العلمية:

1. المشبك العصبي: منطقة اتصال وظيفي بين خليتين عصبيتين (مشبك عصبي ــ عصبي) أو بين خلية عصبية وخلية عضلية (مشبك عصبي ــ عضلي)
2. يحمل الليف العصبي شحنات موجبة على سطحه وشحنات سالبة في مقطعه وهو ما يعرف بالاستقطاب
3. كمون الراحة: الحالة الكهربائية لليف العصبي في غياب أي تنبيه، وتقدر قيمته بـــ −70 ميلي فولط.
4. كمون العمل: الحالة الكهربائية لليف العصبي عند حدوث تنبيه فعال.
5. السيالة العصبية: موجة زوال استقطاب تنتشر على طول الليف العصبي المنبه تنبيها فعالا.
6. قنوات فولطية: قنوات غشائية من طبيعية بروتينية تسمح بانتقال الشوارد في اتجاه تدرج التركيز يتحكم في عملها تغيركمون الغشاء.
7. قنوات كيميائية: قنوات غشائية من طبيعية بروتينية تسمح بانتقال الشوارد في اتجاه تدرج التركيز يتحكم في عملها المبلغ العصبي.
8. الإدماج العصبي: هو محصلة المجموع الجبري للكمونات بعد المشبكية التنبيهية والتثبيطية(PPSI+PPSE) ، حيث نسجل كمون عمل بعد مشبكي إذا كانت المحصلة تفوق أو تساوي عتبة توليد كمون عمل.
9. المبلغ الكيميائي العصبي: وسيط كيميائي يطرح في الشق المشبكي تفرزه الخلية قبل مشبكية.
10. أ . التجميع الزمني: هو إدماج عصبي للعصبون الحركي لكمونات بعد مشبكية واردة إليه من مشبك واحد في فترات زمنية متقاربة.

ب. التجميع الفضائي: هو إدماج عصبي للعصبون الحركي لكمونات بعد مشبكية واردة إليه من مشابك مختلفة في نفس الوقت.

ب. الإجابة بدقة :

✓ المقارنة بين القنوات الغشائية المتدخلة في حدوث الإتصال العصبي.

أوجه المقارنة	القنوات الفولطية	القنوات الكيميائية	قنوات الميز
مكان تواجدها	توجد على مستوى الخلية قبل وبعد مشبكية	على مستوى الخلية بعد مشبكية	توجد على مستوى الخلية قبل وبعد مشبكية
المتحكم في عملها	تغير كمون الغشاء	المبلغ العصبي	مفتوحة باستمرار
دورها	تسمح بتدفق شوارد Na^+وK^+	تسمح بتدفق شوارد Na^+ فقط	تسمح بتدفق شوارد Na^+وK^+

✓ آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي:

❖ المشبك التنبيهي: يؤدي ارتباط المبلغ العصبي ** الأستيل كولين ** بالمستقبلات الغشائية بعد مشبكية إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بتدفق داخلي لشوارد الصوديوم مسببا زوال (انعكاس) استقطاب الخلية بعد مشبكية أي انتشار للرسالة العصبية إذا وصلت قيمة الكمون بعد المشبكي عتبة توليد كمون العمل.

❖ المشبك التثبيطي: عند تثبيت المبلغ الكيميائي ** GABA ** على المستقبلات الغشائية بعد مشبكية الخاصة به يؤدي إلى فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء تسمح في المشبك المثبط بدخول الكلور (تدفق داخلي) و زيادة الاستقطاب أي فرط استقطاب وبالتالي عدم انتشار الرسالة العصبية .

✓ التخصص الوظيفي للبروتين في الإتصال العصبي:

للتخصص الوظيفي للبروتين دور هام في النشاط العصبي ويظهر ذلك في :

- القنوات الفولطية: (من طبيعة بروتينية) تسمح بانتقال الشوارد في اتجاه تدرج التركيز يتحكم في عملها كمون الغشاء.
- القنوات المبوبة كيميائيا (بروتينات غشائية نوعية في الغشاء بعد مشبكي) يختلف دورها باختلاف المبلغ الكيميائي الذي يتحكم في عملها حيث:

يؤدي ارتباط المبلغ العصبي **GABA** على تلك البروتينات إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بمرور شوارد الكلور إلى العصبون الحركي مسببا في فرط استقطابه. (وبالتالي عدم انتقال الرسالة العصبية).

بينما يحتوي غشاء العصبون الحركي من جهة أخرى على بروتينات غشائية بها مواقع ارتباط خــاصة بالـــ **Acétylcholine** عند ارتباطه بها تنفتح قنواتبوبة كيميائيا تسمح بمرور شوارد الـــ Na^{+} إلى العصبون الحركي مسببا زوال استقطابه **PPSE** وتولد كمون عمل بعد مشبكي إذا كان **PPSE** يساوي أو أكبر من عتبة توليد كمون عمل.

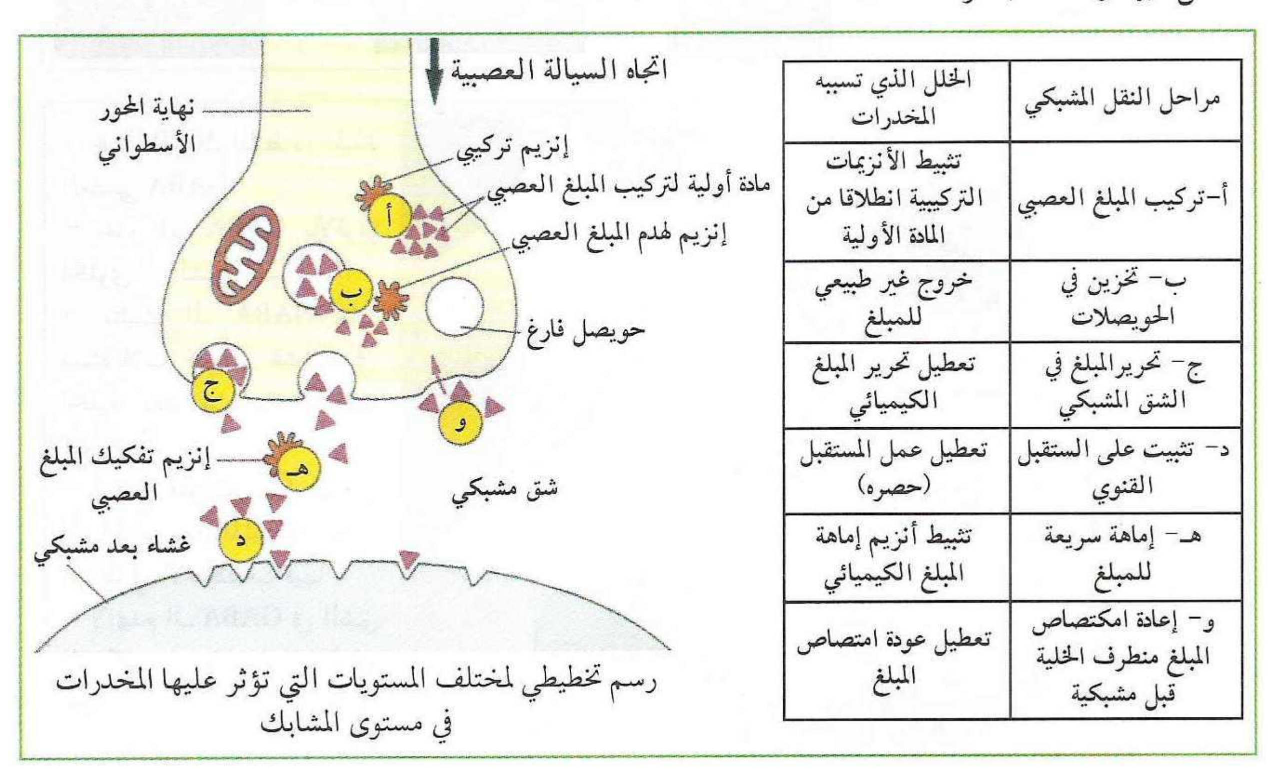
- قنوات الميز (بروتينات غشائية نوعية) تسمح بنفوذ الشوارد في اتجاه تدرج التركيز وتكون مفتوحة باستمرار.
- مضخة الصوديوم والبوتاسيوم(من طبيعة بروتينية) تقوم بنقل مزدوج للشوارد ($3Na^{+}$,$2K^{+}$) بآلية النقل الفعال.
- إنزيم الأستيل كولين إستراز (بروتين نوعي) يعمل على هدم وتفكيك المبلغ العصبي الأسيل كولين.

✓ تأثير المخدرات على النقل المشبكي:

يمكن للنقل المشبكي أن يختل بتدخل العديد من الجزيئات المستعملة بكثرة في الوقت الحالي، إما لأغراض طبية أو في حالة الإدمان، وذلك تحت تأثير المخدرات.

إن آلية النقل المشبكي آلية حساسة يمكنها أن تختل في أي مرحلة من مراحلها.

يبين جدول الوثيقة التالية أهم مراحل النقل المشبكي ومختلف المستويات التي يمكن للمخدرات أن تتدخل فيها والممثلة بأحرف.



مراحل النقل المشبكي	الخلل الذي تسببه المخدرات
أ- تركيب المبلغ العصبي	تثبيط الأنزيمات التركيبية انطلاقا من المادة الأولية
ب- تخزين في الحويصلات	خروج غير طبيعي للمبلغ
ج- تحريرالمبلغ في الشق المشبكي	تعطيل تحرير المبلغ الكيميائي
د- تثبيت على المستقبل القنوي	تعطيل عمل المستقبل (حصره)
هـ- إماهة سريعة للمبلغ	تثبيط أنزيم إماهة المبلغ الكيميائي
و- إعادة امكتصاص المبلغ منطرف الخلية قبل مشبكية	تعطيل عودة امتصاص المبلغ

رسم تخطيطي لمختلف المستويات التي تؤثر عليها المخدرات في مستوى المشابك

التمرين الثاني:

I - 1 - طبيعة المشابك مع التعليل:

* المشبك (1) مشبك تثبيطي. التعليل: ظهور فرط استقطاب

* المشبك (2) مشبك تنبيهي. التعليل: تشكيل كمون PPSE فوق العتبة أدى إلى تشكيل كمون عمل

* المشبك (3) مشبك تنبيهي. التعليل: ظهور كمون غشائي بعد مشبكي منبه PPSE .

2 - التفسير:

عند التنبيه في ت1 ، ت2 : الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك هو محصلة لكمونين بعد مشبكيين [منبه ومثبط] الكمون المتشكل محصلته لم تتجاوز عتبة زوال الاستقطاب لذلك لم يتشكل كمون عمل.

عند التنبيه في ت1 ، ت2 ، ت3: الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك هو محصلة لكمونين بعد مشبكيين منبهين وكمون مثبط . الكمون المتشكل محصلته تتجاوز عتبة زوال الاستقطاب لذلك تشكل كمون عمل.

II - أ ــ التوضيح:

في ت1 : لدينا مشبك تثبيطي يتميز بإفراز المبلغ العصبي GABA في الشق المشبكي حيث يتثبت على مستقبلات غشائية نوعية في الغشاء بعد مشبكي مما يؤدي إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بنفوذ شوارد الكلور مسببة تسجيل فرط استقطاب في الغشاء بعد مشبكي.

في ت2 : لدينا مشبك تنبيهي يتميز بإفراز المبلغ العصبي الأستيل كولين في الشق المشبكي حيث يتثبت على مستقبلات غشائية نوعية في الغشاء بعد مشبكي مما يؤدي إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بنفوذ شوارد الصوديوم مسببة تسجيل زوال استقطاب في الغشاء بعد مشبكي.

ب ــ الشرح: يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد مشبكية المثبطة والمنبهة على مستوى المنطقة المولدة (القطعة الابتدائية) فإذا كانت المحصلة تتجاوز عتبة زوال الاستقطاب تؤدي إلى تشكيل كمون عمل أما إذا كانت المحصلة أقل من عتبة زوال الاستقطاب فانه يبقى موضعيا ولا يتشكل كمون عمل. [تتم المحصلة إما بتجميع زمني أو تجميع فضائي]

التمرين الثالث:

التجربة 01:

أ ــ من خلال الجدول نلاحظ تقارب في تركيز الشوارد بين ماء البحر ودم الحيوان الذي يعتبر الوسط خارج خلوي لذا يستعمل ماء البحر عوض دم الحيوان حتى يسهل العمل التجريبي.

ب ــ الإشكالية: كيف يتم الحفاظ على التوزع غير متساوي للشوارد على حابني الغشاء الهيولي لليف العصبي ؟

التجربة 02:

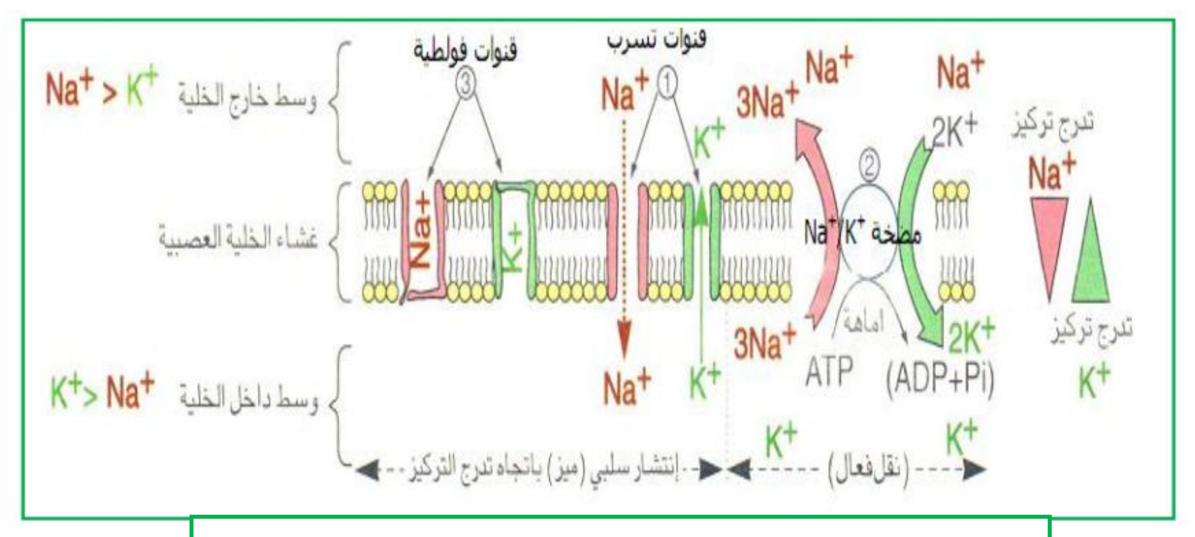
ــ تظهر هذه التجربة انتقال شوارد الصوديوم من وإلى هيولى الليف العصبي دون أن يحدث خلل في تركيزها. أي وجود آلية خلوية تعمل على الحفاظ على التركيز المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.

التجربة 03:

أ ــ المعلومة: هناك نقل لشوارد الصوديوم عكس تدرج التركيز باستهلاك طاقة (نقل فعال) عن طريق مضخة Na+/k+

التعليل: في غياب ATP يتوقف تدفق شوارد الصوديوم عكس تدرج التركيز. ليعود هذا التدفق بعد حقن كمية منATP .

ب ـــ الرسم :



رسم تخطيطي يوضح عمل مختلف البروتينات الغشائية أثناء كمون الراحة.

التمرين الرابع:

1 – أ / المعلومة: يؤمن المشبك انتقال الرسالة العصبية ويلزم لذلك زمن يدعى الزمن الضائع.

ب. تحليل المنحنى مع إعطاء التفسير الشاردي: التسجيل P_1 هو كمون عمل أحادي الطور.

(1–2) زوال الاستقطاب ناتج عن انفتاح القنوات الفولطية للـــ Na^+ ويؤدي إلى التدفق الداخلي لشوارد Na^+

(2–3) عودة الاستقطاب ناتج عن انغلاق القنوات الفولطية للـــ Na^+ وانفتاح القنوات الفولطية للـــK^+ مما يؤدي إلى التدفق الخارجي للـــ K^+

(3–4) فرط في الاستقطاب سببه استمرار تدفق شواردK^+

(4–5) عودة الليف إلى كمون الراحة. نتيجة عمل مضخة K^+ / Na^+

د. الاستخلاص: انتقال الرسالة العصبية في الليف العصبي ناتجة عن نشاط القنوات الفولطية للـــ Na^+ التي تسمح بالتدفق الداخلي للـــ Na^+ والقنوات الفولطية للـــ K^+ التي تسمح بالتدفق الخارجي للـــ K^+

2- أ / الاستخلاص:

من التجربة 1 : نستخلص من هذه التجربة أن المنطقة (م) هي عبارة عن مشبك منبه

من التجربتين 2و3 : نستخلص أن التدفق الداخلي لشوارد Ca^{++} في هيولى النهاية المحورية لليف قبل المشبكي تؤدي إلى انتقال الرسالة العصبية في المشبك بواسطة المبلغ العصبي

من التجربة4 : نستخلص أن الـــ GABA مبلغ عصبي مثبط و الاستيل كولين مبلغ عصبي منبه

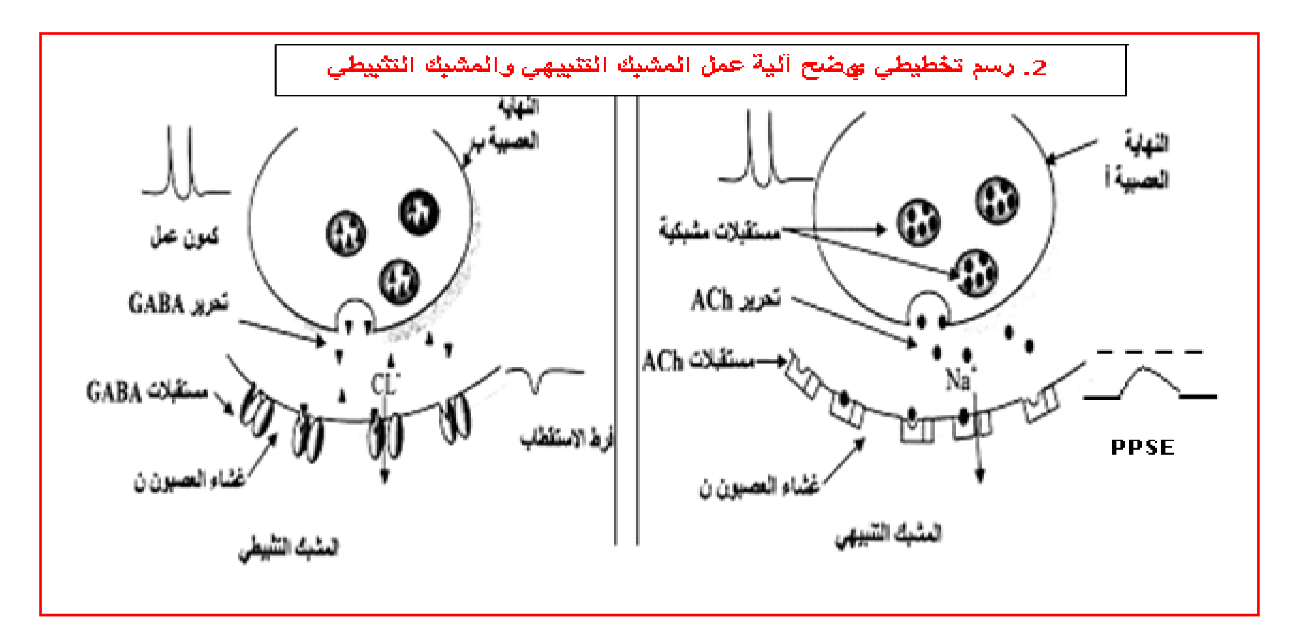
ب / المقارنة: إن الـــ GABA يعمل عكس الاستيل كولين حيث يعمل على كبح انتقال الرسالة إلى الخلية بعد مشبكية بينما الاستيل كولين يؤمن انتقال الرسالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية

ج / شروط تشكل كمون عمل بعد مشبكي:

1– تنبيه الليف قبل المشبكي تنبيه فعال 2 ـــ وجود شوارد Ca في الوسط الخارجي

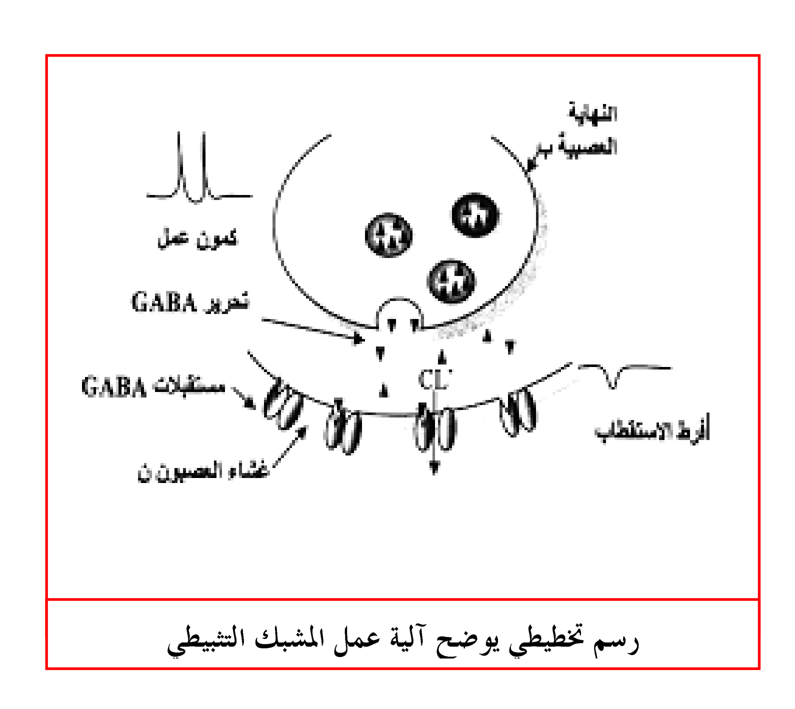
3 – تحرير مبلغ عصبي منبه في الشق المشبكي بقدر كافي لإحداث زوال الاستقطاب

3 ـــ الرسم:



التمرين الخامس:

1. المشبك I_1 مشبك تثبيطي لاننا سجلنا **PPSI** (كمون بعد مشبكي تثبيطي) في ج1. -بينما المشبك **E1** مشبك تنبيهي لأننا سجلنا **PPSE** (كمون بعد مشبكي تنبيهي) في ج1 .
2. المقارنة: سعة الكمون ب**1** اكبر من سعة ج**1**.
3. التفسير: لان المشبك التثبيطي يقلل من سعة الكمون بعد مشبكي.
4. الشروط: نتحصل على كمون عمل بعد مشبكي إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية والتثبيطية أثناء الإدماج تساوي أو تفوق عتبة توليد كمون العمل بينما إذا كانت المحصلة أقل من العتبة فلا يتولد كمون عمل.
   أي: **PPSE + PPSI** اكبر أو يساوي عتبة توليد كمون العمل فالناتج توليد كمون عمل وانتشاره.
5. الرسم:



رسم تخطيطي يوضح آلية عمل المشبك التثبيطي

التمرين السادس:

I ـ 1 ـ دور العضلتين (ع1 و ع2) : (ع1) تمثل العضلة الباسطة للساق ، أما (ع2) فتمثل العضلة القابضة له.

2 ـ الاستخلاص : يوجد تناسب طردي بين تواتر كمونات العمل وشدة المنبه و (ك1) أقل من العتبة أما (ك2 ، ك3)فأكبر أو تساوي عتبة التنبيه .

3 ـ أ ـ : الظاهرة وشروط تسجيلها : كمون الراحة ويتم تسجيله بوضع قطب إستقبال على السطح والآداخل الليف بدون إحداث أي تنبيه .

ب ـ : نوع المشبكين مع التعليل : ـ المشبك (س) : منشط لتسجيل كمون بعد مشبكي منبه. **PPSE**

ـ المشبك (ع) : مثبط لتسجيل إفراط في الاستقطاب . **PPSI**

جـ ـ الرسم : رسم للمشبك المنبه وآخر للمشبك المثبط مع وضع البيانات على الرسم وإبراز دور القنوات الكيميائية.

د ـ α ـ دور الأسبارتات والـ GABA : الأسبارتات وسيط كيميائي منشط أما الـ GABA فهو وسيط كيميائي مثبط .

ـ β ـ الفرضية : ـ الفالبرويك يثبط عمل الأسبارتات بارتباطه بالمستقبلات الغشائية في الغشاء البعد مشبكي (N_2).

ـ البروتوكسين يثبط عمل الـ GABA بارتباطه بالمستقبلات الغشائية في الغشاء البعد مشبكي (N_3).

II ـ آلية حدوث المنعكس الردفي: ينتج عن تمدد قوي (تنبيه فعال) الشدة للعضلة الباسطة، العديد من كمونات العمل الحسية ينقلها الليف العصبي الحسي (N_1) من المغزل العصبي ـ العضلي إلى النخاع الشوكي فتترجم إلى كمونات عمل، تنتقل إلى العصبون الحركي للعضلة الباسطة (N_2) عن طريق الوسيط الكيميائي الأسبارتات الذي تكون كميته كبيرة نظرا لإدماج مجموعة من تواترات كمونات العمل (تجمع زماني)، فينتج كمون غشائي قيمته أكبر من العتبة على مستوى (N_2) ، عند وصوله للعضلة الباسطة (ع1) تستجيب بالتقلص رافعة الساق إلى الأعلى.

تذكير: تشفر الرسالة العصبية بتواتر كمونات عمل. حيث كلما زادت شدة التنبيه يزداد تواتر كمونات العمل لكن بسعة ثابتة.

التمرين السابع:

1 ـ رسم التسجيل المسجل على الأوسيلوسكوب

mv
0
-70

منحنى كمون راحة

2 ـ نسمي هذا التسجيل ب : تسجيل كمون الراحة .

3 ـ رسم منحنى تدفق +Na المشع في الوسط الطبيعي بدلالة الزمن . (على الورقة الملمترية) .

4 ـ تحليل وتفسير المنحنى :

في بداية التجربة كان تدفق +Na نحو خارج الليف ب6 وحدة اعتبارية مع مرور الزمن يوصل تدفق Na^+ نحو الخارج عند إضافة DNP في ز1 تتناقص كمية تدفق + Na بسبب عدم تركيب ATP

عند إضافة كمية من ATP في ز2 يرتفع تدفق +Na لمدة ثم يعود للتناقص بسبب إنتهاء كمية ATPالمضافة عند إزالة مادة DNP يرتفع تدفق +Na بسبب عودة تركيب ATP

الإستنتاج : نستنتج أن تدفق +Na من داخل الليف إلى الوسط الخارجي يحتاج إلى ATP إذن هو نقل فعال.

5 ـ النتيجة المتوقعة : توقف +Na من الليف نحو الخارج لعدم وجود K

6 ـ نستنتج ما يلي : تتحرك شوارد +Na من الوسط الخلرجي إلى داخل الليف بفعل الإنتشار عبر قنواة دائما مفتوحة (أيونية)

من أكبر تركيز ألى أقل تركيز ، ليتم إخراج شوارد Na^+ مرة أخر بواسطة نقل فعال في وجود شوارد K بفضل مضخة Na^+ / K^+

الرسم : رسم تخطيطي يوضح اتجاه حركة شوارد Na^+ و K^+ عبر الليف العصبي أثناء الراحة.

التمرين الثامن:

1. استخراج نفاذية الغشاء لــ Na+ , K+ خلال كمون العمل:

* خلال زوال الاستقطاب: ترتفع نفاذية الليف العصبي لأيونات Na+ (دخول أيونات الصوديوم) بسرعة وبكمية كبيرة نتيجة انفتاح قنوات الصوديوم الفولتية.

* خلال عودة الاستقطاب: ترتفع نفاذية الليف العصبي لأيونات K+ (خروج أيونات البوتاسيوم) نتيجة انفتاح القنوات الفولتية الخاصة بالبوتاسيوم و لكن بوتيرة بطيئة وضعيفة مقارنة بنفاذية أيونات الصوديوم.

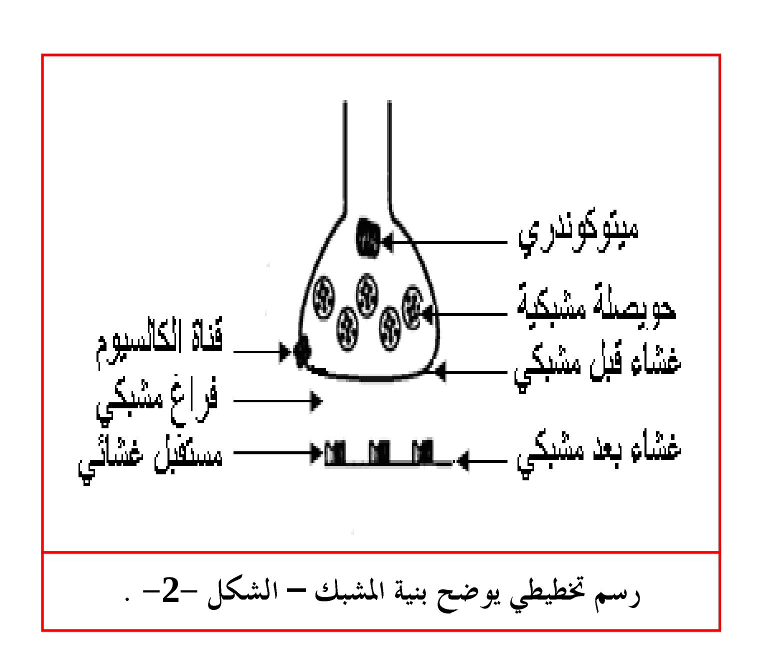
* الفرط في الاستقطاب: يستمر خروج شوارد البوتاسيوم بسبب تأخر انغلاق القنوات الفولتية الخاصة به ثم يستعيد الليف العصبي التراكيز الأصلية لأيونات Na+, K+ نتيجة نشاط مضخة Na+ / K+ .

2. أ. تأثير مادة (TDT) : تمنع دخول أيونات الصوديوم لليف العصبي وذلك بتثبيط القنوات الفولتية للـــ Na+دون التأثير على خروج أيونات البوتسيوم

تأثير مادة (TEA) : تمنع خروج أيونات البوتاسيوم من الليف العصبي بتثبيط القنوات الفولتية للـــ K+دون التأثير على دخول أيونات الصوديوم.

ب. a . ترتيب الأشكال حسب تسلسلها الزمني: 2 ، 3 ، 1 ، 5 ثم 4 .

b. إعادة رسم الشكل –2– مع كتابة جميع البيانات:



رسم تخطيطي يوضح بنية المشبك – الشكل –2– .

c. التعليق على أشكال الوثيقة -3-:

الشكل	التعليق
2	بنية المشبك قبل وصول السيالة العصبية
3	وصول السيالة العصبية إلى النهاية المحورية يؤدي إلى انفتاح قنوات الكالسيوم المرتبطة بالفولتية والموجودة على مستوى الغشاء قبل مشبكي وبالتالي دخول شوارد الكالسيوم.
1	ارتفاع تركيز شوارد الكالسيوم في النهاية المحورية، يحفز اندماج الحويصلات المشبكية بالغشاء قبل مشبكي وتحرير الوسيط العصبي (الأسيتيل كولين)
5	يتثبت الوسيط العصبي على مستقبلات غشائية خاصة مندمجة في الغشاء بعد مشبكي ، فتنفتح قنوات الصوديوم المبوبة كيميائيا وبالتالي نفاذية أيونات الصوديوم مما يؤدي إلى نشوء زوال استقطاب على مستوى الخلية بعد مشبكية.
4	ينفصل الوسيط العصبي (الأسيتيل كولين) عن المستقبل الغشائي ويفكك بواسطة إنزيم كولين استراز إلى كولين وحمض الخل. يعاد امتصاص العناصر الناتجة عن تفكك الوسيط العصبي من طرف العصبون قبل مشبكي.

3.1. العناوين:

التسجيل 1 : زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي.

التسجيل 2 : إفراط استقطاب الغشاء بعد مشبكي.

التسجيل 3 : كمون راحة .

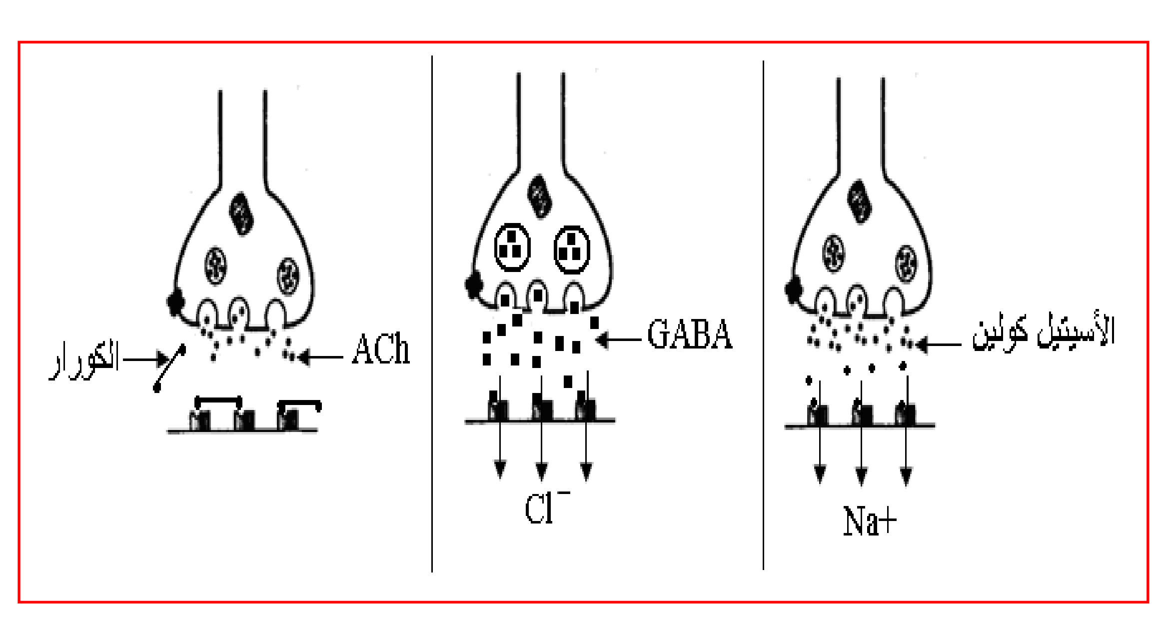
ب. تفسير اختلاف النتائج: يعود اختلاف النتائج المحصل عليها إلى اختلاف تأثير المواد المحقونة في الفراغ المشبكي، حيث:

* الأسيتيل كولين: يؤثر على الغشاء بعد مشبكي نتيجة تثبته على مستقبلات غشائية خاصة محدثا انفتاح قنوات الصوديوم وبالتالي دخول شوارد الصوديوم وتولد زوال الاستقطاب.

* الـــ GABA : يؤثر بدوره على الغشاء بعد مشبكي نتيجة تثبته على مستقبلات غشائية خاصة ، لكنه يحدث انفتاح قنوات الكلور وبالتالي دخول شوارد الكلور محدثة إفراط في الاستقطاب.

* الكورار : مادة كيميائية مخدرة لها بنية فراغية تشبه الأسيتيل كولين وبالتالي تحتل المستقبلات الغشائية للأسيتيل كولين المتواجدة على الغشاء بعد مشبكي فتصبح جزيئات الأسيتيل كولين مكبوحة أي ليس لها تأثير.

ج- الرسم التوضيحي :



التمرين التاسع:

I - 1 ــ تحليل التسجيلات المحصل عليها:

التجربة ــ 1 ــ : عند إحداث تنبيه فعال في العصبون N1 تم تسجيل منحنيات متماثلة لكمونات عمل على مستوى أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي (ج1 ، ج2 ، ج3).

التجربة ــ 2 ــ : عند حقن كمية الــ G1 (كمية قليلة) من الأستيل كولين بين العصبونين N2 و N1 لم تسجل أي استجابة في الجهازين (ج1 و ج3)بينما سجل كمون غشائي على مستوى الجهاز (ج2).

التجربة ــ 3 ــ : عند حقن كمية الــ G2 (كمية أكبر)من الأستيل كولين بين العصبونين N2 و N1 لم تسجل أية استجابة في الجهاز (ج1) بينما سجل كمون عمل على مستوى الجهازين (ج2 و ج3) .

التجربة ــ 4 ــ : عند حقن كمية الــ G3 (كمية كبيرة) من الأستيل كولين داخل العصبون N2 لم تسجل أية استجـــابة في الأجهزة الثلاثة (ج1 و ج2 و ج3)

2 ــ تبيان أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بالأستيل كولين:

يتبين من التسجيلات المحصل عليها في التجربتين 2 و 3 أن كمية الأستيل كولين المحقونة في الشق المشبكي هي التي تتحكم في توليد كمون العمل في الغشاء البعد مشبكي بشرط ألا تقل عن عتبة معينة .

3 ــ تحديد مكان تأثير الأستيل كولين: يؤثر الأستيل كولين على السطح الخارجي لغشاء العصبون بعد مشبكي.

4 ــ الاستخلاص:

تؤدي الرسائل العصبية المشفرة بتواتر كمون عمل على مستوى العصبون القبل مشبكي إلى تغير في كمية المبلغ العصبي الذي يتسبب في توليد رسالة عصبية في العصبون البعد مشبكي .

II - 1 ــ التعرف على العناصر (أ) وتحديد طبيعتها الكيميائية:

تمثل العناصر (أ) مستقبلات قنوية للأستيلكولين . ذات طبيعة بروتينية.

2 ــ تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى (ج2):

شغلت جزيئات α بنغاروتوكسين المواقع الخاصة بتثبيت الأستيل كولين وبالتالي منعت هذا الأخير من توليد إستجابة في العصبون بعد مشبكي

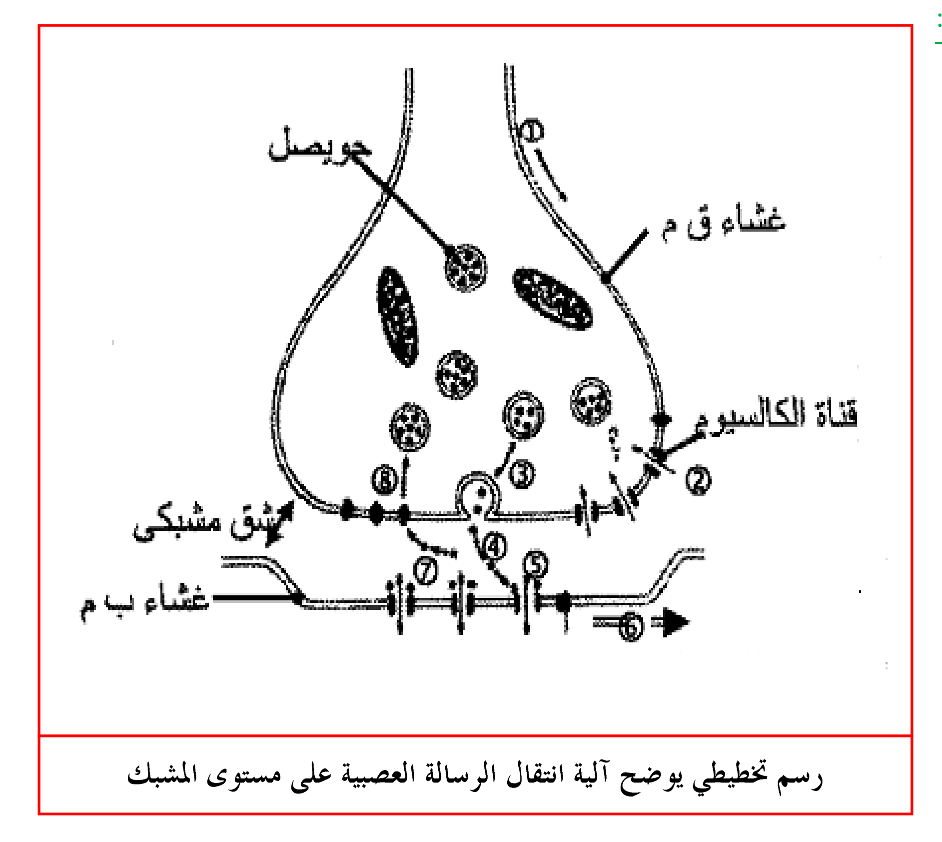
3 ــ استنتاج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك:

يؤثر الأستيل كولين على مستوى الغشاء البعد مشبكي ، حيث يتثبت على مستقبلات قنوية نوعية مرتبطة بالكمياء مؤديا إلى فتح القنوات ، مما يسمح بتدفق داخلي لشوارد الــ Na^+ .

III- آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك:

1. وصول موجة زوال الاستقطاب.
2. فتح القنوات المرتبطة بالفولطية لــ Ca^{+2} الموجودة في نهاية العصبون قبل مشبكي حيث تنتقل Ca^{+2} إلى داخل الزر المشبكي.
3. حدوث هجرة داخلية للحويصلات المشبكية.
4. تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي.
5. تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات الغشائية النوعية القنوية الموجودة على الغشاء بعد مشبكي.
6. توليد كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي.
7. تفكيك المبلغ العصبي.
8. عودة امتصاص نواتج التفكيك.

الرسم التخطيطي:



رسم تخطيطي يوضح آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك

التمرين العاشر:

أ) 1. المقارنة: ــ عند التنبيه في **S1** سجل كمون عمل في العصبون **1** (على مستوى **R1**) و فرق كمون بعد مشبكي تثبيطي **PPSI** في غشاء الليف للعصبون المحرك على مستوى الجسم الخلوي و فرق كمون راحة في محوره الأسطواني .

ــ عند التنبيه في **S2** سجل كمون عمل على مستوى العصبون المنبه **2** و فرق كمون بعد مشبكي تنبيهي **PPSE** في غشاء العصبون المحرك على مستوى الجسم الخلوي و كمون عمل في المحور الأسطواني للعصبون المحرك .

2 ــ طبيعة المشبك F_1 (بين العصبون **1** والعصبون المحرك) مشبك تثبيطي لأننا سجلنا في **RM** فرط استقطاب وبالتالي عدم انتشار كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي

ــ طبيعة المشبك F_2 (بين العصبون **2** و العصبون المحرك) مشبك تنبيهي لأننا سجلنا في **RM** زوال استقطاب و انتشار كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي

3 ــ نفسر التسجيل المتحصل عليه في **RN** خلال التجربة **3** بالجمع الجبري فرق كمون بعد مشبكي تثبيطي **PPSI** المسجل إثر التنبيه **S1** و فرق كمون بعد مشبكي تنبيهي **PPSE** الناتج عن التنبيه في **S2** حيث كانت محصلة المجموع الجبري [محصلة الإدماج] غير كافية لحدوث كمون عمل فسجلنا كمون راحة على مستوى المحور الأسطواني للعصبون المحرك.

تسمى العملية إدماج فضائي(مكاني) .

ــ نفسر التسجيل المتحصل عليه في **RN** خلال التجربة **4** بالجمع أو الدمج الفضائي لناتج التنبيهين في **S1** و **S2** ، نتج عنه كمون راحة ثم الدمج المكاني لهذا الناتج مع ناتج التنبيه في **S2** حيث كان الجمع الجبري أي محصلة الإدماج اكبر من عتبة توليد كمون عمل فتنج كمون عمل بعد مشبكي في **RN** .

ب) 1 ــ من تحليل النتائج التجريبية نجد أن المبلغ العصبي في المشبك F_1 (بين العصبون **1** و العصبون الحركي) هو **GABA** بينما المبلغ العصبي في المشبك F_2 (بين العصبون **2** و العصبون الحركي) هو **Acétylcholine** .

2 – يرجع تخصص غشاء العصبون الحركي في نشوء الرسالة بعد المشبكية إلى **نوع البروتينات** التي توجد بهذا الغشاء (بروتينات غشائية نوعية ذات تخصص وظيفي عالي) حيث تحتوي على مواقع ارتباط خاصة بمبلغات مختلفة و ترتبط بقنوات

شاردية (أيونية) مختلفة. **[لكل مبلغ عصبي مستقبلات غشائية نوعية خاصة به في الغشاء بعد مشبكي]**

3 ـــ إن التوزع غير متساوي للشوارد على جانبي الغشاء الهيولي في حالة الراحة تجعل العصبون الحركي في حالة الراحة مستقطب.

ـــ عند تثبيت المبلغ الكيميائي على المستقبلات الغشائية الخاصة به يؤدي إلى فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فتسمح في المشبك المثبط بدخول الكلور (تدفق داخلي) و زيادة الاستقطاب أي فرط استقطاب وبالتالي عدم انتشار الرسالة العصبية .

ـــ في المشبك المنبه يؤدي ارتباط المبلغ العصبي بالمستقبلات الغشائية إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بتدفق داخلي لشوارد الصوديوم مسببا زوال (انعكاس) استقطاب العصبون المحرك.

ج) للتخصص الوظيفي للبروتين دور هام في النشاط العصبي ويظهر ذلك في:

❖ القنوات المبوبة كيميائيا (بروتينات غشائية نوعية في الغشاء بعد مشبكي) يختلف دورها باختلاف المبلغ الكيمائي الذي يتحكم في عملها حيث يحتوي غشاء العصبون المحرك مقابل العصبون **1** على بروتينات تحتوي على مواقع ارتباط خاصة بالــ **GABA** يؤدي ارتباط المبلغ العصبي **GABA** على تلك البروتينات إلى فتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بمرور شوارد الكلور إلى العصبون الحركي مسببا في فرط استقطابه. (وبالتالي عدم انتقال الرسالة العصبية) . بينما يحتوي غشاء العصبون الحركي من الجهة الأخرى المقابلة للعصبون **2** على بروتينات غشائية بها مواقع ارتباط خــاصة بالــ **Acétylcholine** عند ارتباطه بها تنفتح قنوات مبوبة كيميائيا تسمح بمرور شوارد الــ Na^+ إلى العصبون الحركي مسببا زوال استقطابه **PPSE** و نشوء كمون عمل بعد مشبكي إذا كان **PPSE** يساوي أو أكبر من عتبة توليد كمون عمل.

❖ قنوات الميز (بروتينات غشائية نوعية) تسمح بنفوذ الشوارد في اتجاه تدرج التركيز وتكون مفتوحة باستمرار.

❖ إنزيم الأستيل كولين إستراز (بروتين نوعي) يعمل على هدم وتفكيك المبلغ العصبي الأسيل كولين

❖ القنوات الفولطية: (من طبيعة بروتينية) تسمح بانتقال الشوارد في اتجاه تدرج التركيز يتحكم في عملها كمون الغشاء.

❖ مضخة الصوديوم والبوتاسيوم (من طبيعة بروتينة) تقوم بنقل مزدوج للشوارد ($3Na^+$,$2K^+$) بآلية النقل الفعال.

التمرين الحادي عشر:

1.α خاصية المحور التي تم إظهارها في التسجيل (س) هي الاستقطاب   توضيحها :

+ + + + + + + + +
\- - - - - - - -

مصدرها : هو التوزيع المتباين لشوارد Na^+ و k^+ على جانبي غشاء الليف العصبي.

يحافظ عنها :عن طريق مضخة الصوديوم والبوتاسيوم (Na^+/ k^+).

2. تحليل وتفسير الجزء (ع) بالاعتماد على الظواهر الكيميائية : يمثل الجزء (ع) كمون عمل أحادي الطور

الجزء (د ـــ هـ): زوال الاستقطاب: يفسر بفتح القناة الفولطية الخاصة بالصوديوم (من طبيعة بروتينية) ودخول سريع لشوارد Na^+

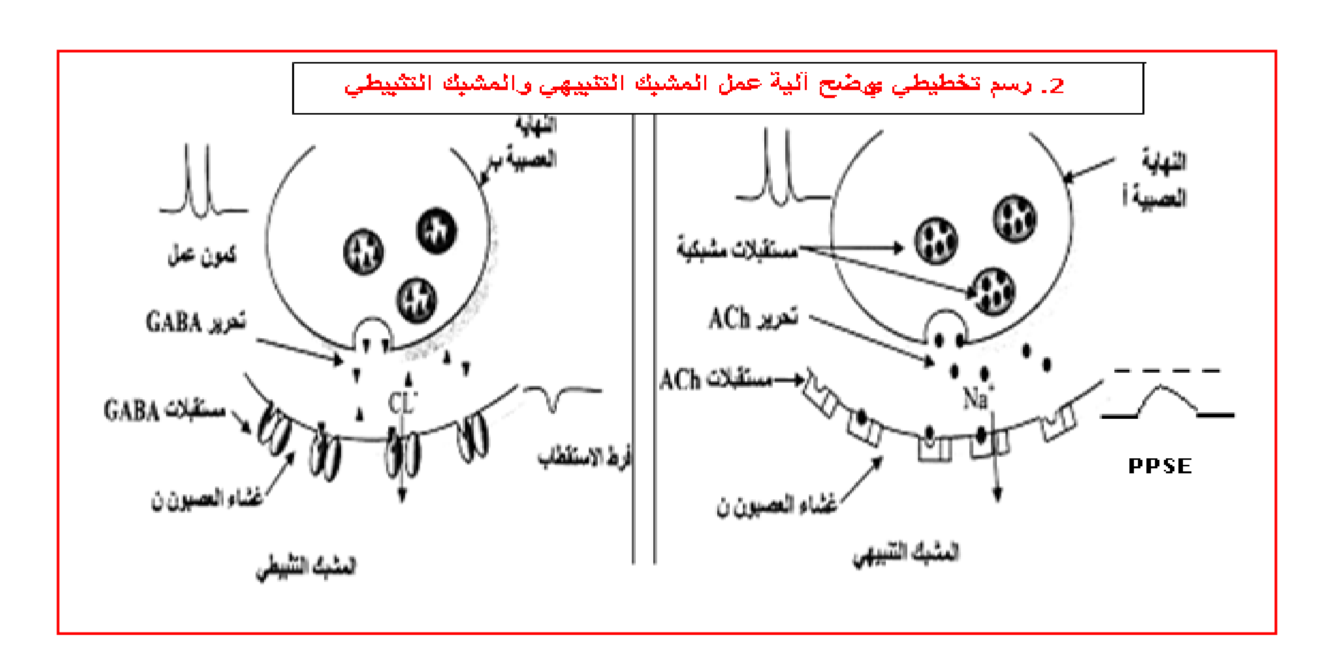
الجزء (هـ ـــ و) : عودة الاستقطاب: يفسر بفتح القناة الفولطية الخاصة بالبوتاسيوم (من طبيعة بروتينية) وخروج بطئ للــ K^+

الجزء (و ـــ ي) : إفراط في الاستقطاب: بسبب استمرار خروج البوتاسيوم بعد عودة الاستقطاب

الجزء (ي ـــ ك) : العودة إلى كمون الراحة يفسر بتدخل المضخة (Na^+/ k^+). (من طبيعة بروتينية)

β. 1 . تحليل التسجيلات المحصل عليها مع الاستخلاص من كل تسجيل:

- ✓ التنبيه (أ) : نسجل حالة زوال الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد مشبكي فالمشبك (أ ـــ ن) مشبك منبه
- ✓ التنبيه (ب): نسجل إفراط في الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد مشبكي فالمشبك (ب ـــ ن) مشبك مثبط
- ✓ التنبيهن في (أ) : نسجل منحنى كمون عمل نتيجة حدوث تجميع زمني حيث كانت محصلة الإدماج تساوي أو اكبر من عتبة توليد كمون عمل.
- ✓ التنبيهن (أ +ب): لا نسجل استجابة في (ن) [كمون راحة] لأن محصلة الإدماج نتيجة حدوث تجميع فضائي كانت أقل من عتبة توليد كمون عمل.
- ✓ حقن الكمية (ك1): من غما أمينو بيوتريك تؤدي إلى إفراط في الاستقطاب إذن غما أمينو بيوتريك عبارة عن المبلغ الكيميائي للمشبك المثبط (ب ـــ ن)
- ✓ حقن الكمية (ك2): من غما أمينو بيوتريك (GABA) تؤدي إلى زيادة في سعة الإفراط ومنه نستنتج أن سعة الإفراط في الاستقطاب تتعلق بتركيز المبلغ العصبي المثبط المفرز في الشق المشبكي.



التمرين الثالث عشر:

I ــ1. أ ــ تحليل التسجيلين:

يؤدي زوال الإستقطاب الإصطناعي الغشاء إلى توليد تيار داخلي عبر هذا الأخير ، يرتبط هذا التيار بإنفتاح قناة الـــ Na+ نتيجة زوال الإستقطاب . يتبع إنفتاح قناة الـــ Na^+ بإنفتاح قناة الـــ K^+ .

إنفتاح قناة الـــ Na+ مقتضب حيث تنغلق بعد مدة زمنية قصيرة بالرغم من إستمرار زوال الإستقطاب المطبق في حين تبقي قناة الـــ K+ مفتوحة مدام الكمون المطبق يبقى منعدما .

ب ــ الإستخلاص : كمون العمل المتولد عن تنبيه ما هو إلا حركات الأيونات (Na^+ و K^+) .

2 ــ أ ــ العلاقة بين الوثائق الثلاث وتفسير آلية الأنتقال المشبكي :

ــ تبين الوثيقة (2 ــ أ) : أن تأثير الأستيل كولين يترجم إلى تغيرات في الإستقطاب الكهربائي للغشاء البعد مشبكي (كمون بعد مشبكي)

ــ تكون هذه التغيرات كبيرة كلما زاد تركيز الأستيل كولين

ـــ تبين الوثيقة (2 ــ ب) أنه في وجود الــ α ــ بنغارو توكسين يتم تثبيط تأثير الأستيل كولين

ـــ تبين الوثيقة (2 ــ جــ) تمركز الــ α ــ بنغارو توكسين في الغشاء البعد مشبكي .

❖ يمكن تفسير طريقة انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك كما يلي :

عند وصول كمون عمل إلى النهايات قبل مشبكية يحرر الأستيل كولين في الشق المشبكي ، يثبت هذا الأخير على مستقبلات نوعية موجودة على مستوى الغشاء البعد مشبكي مؤديا إلى فتح القنوات الأيونية والتي ينجم عنه تغير في إستقطاب الغشاء البعد مشبكي وتوليد كمون عمل عندما يبلغ زوال الإستقطاب العتبة .

3 ـــ نعم تسمح هذه النتيجحة بتأكيد الفرضية السابقة.

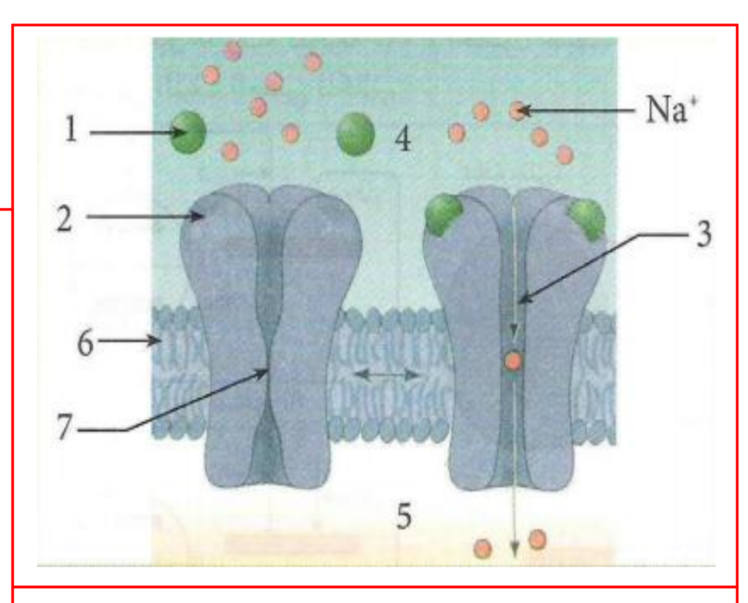
التعليل: يدل تمركز الــ α ــ بنغارو توكسين في مستقبلات الغشاء البعد مشبكي على أن هذه المادة تؤثر في هذا المستوى، بمعنى آخر شغلت الــ α ــ بنغارو توكسين مواقع خاصة بالوسيط الكيميائي الأستيل كولين مما نجم عنه إعاقة عمل الأستيل كولين.

II - 1. كتابة البيانات: 1. قناة مغلقة. 2.موقع الارتباط. 3. تحت وحدة. 4. سلسلة ببتيدية. 5. غشاء بعد مشبكي.

3. المستقبل الغشائي للأستيل كولين من طبيعة بروتينية. ذو بنية رابعية يتكون من 05 تحت وحدات تنتظم بوضع اسطواني لتترك قناة في وسطها تكون مغلقة في غياب الأستيل كولين.

3. سميت هذه القنوات بالكيميائية لأنه يتحكم في عملها المبلغ العصبي (وسيط كيميائي)

4. الرسم:



رسم تخطيطي يوضح آلية عمل القنوات الكيميائية

البيـــــــانات:

1. الأستيل كولين
2. موقع الارتباط
3. قناة مفتوحة.
4. شق مشبكي
5 . هيولى الخلية بعد مشبكية.
6. غشاء بعد مشبكي
7 . قناة مغلقة

III - الدعامة العصبية هي:

ـــ عصبون حسي ناقل للألم

ـــ العصبون النخاعي

ـــ مركز عصبي دماغي

ـــ تأثير المورفين :

- تنشأ الرسالة العصبية على مستوى المستقبلات الحسية المحيطية الموجودة في مختلف الأعضاء ، تنقل بعد ذلك في الألياف العصبية الحسي إلى غاية النخاع الشوكي لتنتقل بواسطة العصبونات النخاعية لتصل في الأخير إلى القشرة المخية حيث يحس الفرد بالألم .
- تنشأمن المخ عصبونات تنقل رسالة عصبية تؤثر على العصبون الحسي بواسطة وسيط كميائي هو الأنكيفالين هذ ه الأخيرة تعمل على تنظيم إفراز المادة ــ P ــ (تقلل من إفرازها) هذا مايقلل من الإحساس بالألم
- للمورفين بنية جزئية مشابهة لبنية الأنكيفالين، فهي تتثبت على مستقبلاته وتمنع إفراز المادة ــ P ــ مما يخفف من الألم .

التمرين السادس عشر:

I - 1 ــ تحليل النتائج الممثلة في الشكلين (ب1) و (ب2) :

ــ الشكل (ب1) : عند تنبيه العصبون (ع1) يستجيب العصبون (ع3) بكمونات عمل ذات سعات كبيرة

ــ الشكل (ب2) : عند تنبيه العصبون (ع1) وفي وجود المورفين يستجيب العصبون (ع3) بكمونات عمل ذات سعات صغيرة

2 ــ الاستخلاص: يقلل المورفين من الإحساس بالألم نتيجة تخفيض إستجابة العصبون الناقل للألم

3 ــ الفرضية المقدمة لتفسير طريقة تأثير المورفين : يأثر المورفين على مستوى المشبك م2 بتعطيل العصبون (ع1).

II - 1 ــ تفسير النتائج التجريبية :

ــ في الحالة الأولى : تسبب تنبيه العصبون (ع1) في إفراز المادة P في المشبك م1 والتي نتج عنها توليد رسالة عصبية في العصبون (ع3) مؤدية إلى الإحساس بالألم .

ــ في الحالة الثانية: تسبب تنبيه كل من العصبونين (ع1) و (ع2) في إفراز مادة الأنكيفالين على مستوى المشبك م2 التي نتج عنها تثبيط إفراز المادة P ، وبالتالي لم تتولد رسالة عصبية في العصبون (ع3) ، فلم يتم الإحساس بالألم .

2 ــ تحليل الوثيقة : يلاحظ أن كل من المورفين والأنكيفالين بنى فراغية مختلفة إلا إنهما يمتلكــــــــــــــــــــان أجزاء تثبيت متشابهة على نفس المستقبلات الغشائية .

3 ــ نعم تسمح بتأكيد الفرضية .

التعليل : يمنع المورفين أو الأنكيفالين إفراز المادة P من العصبون (ع1) المسببة للألم وبالتالي تؤدي إلى التخفيف في الألم.

التمرين التاسع عشر:

I – 1 – موضع المسريين:

- ✓ التسجيل 1 : المسرى الاول على السطح و الثاني في المركز ، دون تنبية
- ✓ التسجيل 2 : المسريين على السطح ، مع وجود التنبيه.
- ✓ التسجيل 3 : المسرى الاول على السطح و الثاني في المركز ، مع التنبيه.

2 – العناوين:

- ✓ التسجيل 1: منحنى كمون راحة.
- ✓ التسجيل 2 : منحنى كمون عمل ثنائي الطور .
- ✓ التسجيل 3 : منحنى كمون عمل أحادي الطور .

3 – تحديد توزيع الشحنات الكهربائية :

- الدائرة أ : السطح موجب و المركز سالب في المسرى الأول.
- الدائرة ب : السطح سالب و المركز موجب في المسرى الأول
- الدائرة ج : السطح سالب و المركز موجب في المسرى الثاني.
- الدائرة د : السطح موجب و المركز سالب في المسرى الثاني .

II – 1– عنوان كل شكل:

- الشكل 1 : تقنية Patch
- الشكل 2 : تقنية Clamp (الكمون المفروض)

2 – تسمية القناتين:

- القناة **1**: القناة الفولطية للصوديوم Na^+ .
- القناة **2**: القناة الفولطية للبوتاسيوم K^+ .

3 – الفرضية المقترحة:

- الفرضية الخاصة بالتيار الداخلي : دخول شوارد Na^+
- الفرضية الخاصة بالتيار الخارجي : خروج شوارد K^+ .

4 – الخلاصة : يعود مصدر كمون العمل إلى :

- حدوث تيار داخل من الـ Na^+ سريع و كبير عبر قنوات فولطية للـNa^+
- حدوث تيار خارج من الـ K^+ بطيء و أقل عبر قنوات فولطية للـ K^+

التمرين العشرون:

I - 1. التعرف على العنصرين :

العنصر (س): نموذج جزيئي ثلاثي الأبعاد لجسم مضاد نوع **IgG**

العنصر(ص): رسم تخطيطي لمستقبل الغشائي للاستيل كولين (القناة المبوبة كيميائيا)

البيانات : **1** . سلسلة ثقيلة **2**. سلسلة خفيفة **3**. موقع ارتباط المتمم. **4**. منطقة تثبيت على بعض المستقبلات الغشائية

5. منطقة متغيرة. **6**. منطقة ثابتة. **7** – قناة مفتوحة **8** – وسط خارج خلوي **9** – سيتوبلازم

10 – قناة مغلقة **11** – موقع تثبيت المبلغ الكيميائي **12** غشاء الخلية بعد مشبكية

13– جزيئة المبلغ الكيميائي (الاستيل كولين)

2. الاختلاف بين العنصرين (س) و(ص) :

- من حيث البنية الفراغية
- تختلف كذلك من حيث عدد ونوع وتتابع الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبها الوحدات البنائية هي الأحماض الأمينية:

3. تشكيل ثلاثي الببتيد:

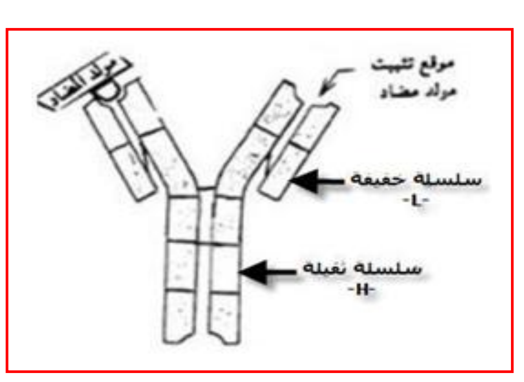
$$H_2N-\underset{R_1}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H_2N-\underset{R_2}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H_2N-\underset{R_3}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \longrightarrow H_2N-\underset{R}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{H}{N}-\overset{R_1}{CH}-\underset{O}{\underset{\|}{C}}-\overset{H}{N}-\underset{R_2}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + 2\,H_2O$$

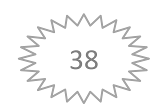
II - 1. أ . التفسير: يدل تشكل الأقواس على تكوين معقدات متاعية (جسم مضاد–مستضد)

الاستنتاج : مصل السيد رؤوف يحتوي على أجسام مضادة نوعية لمحددات المستضد لفيروس **V** .

ب. نوع الاستجابة المناعية المكشف عنها : استجابة مناعية ذات وساطة خلطية. التعليل: تدخل الأجسام المضادة.

ج. الرسم التخطيطي للمعقد المناعي:





3. أ. المقارنة: عند زرع أحد النوعين من اللمفاويات مع البلعميات الكبيرة أو زرعها معا لا يتم تكون البلازميات، في حين تتكون هذه الأخيرة في حالة زرع LB وLT4 والبلعميات الكبيرة.

الاستنتاج: تشكل الخلايا البلازمية يتطلب تعاون خلوي بين LT. LB والبلعميات.

ب . التفسير: نفس غياب البلازميات في الوسط 5 , بعدم عرض محددات المستضد للفيروس V من طرف البلعميات الكبيرة M_2 غير المحسسة لهذا الفيروس لأنها مستخلصة من شخص سليم.

ج. دور اللمفاويات LT (LTh): هو تنشيط وتمايز اللمفاويات LB عن طريق وسائط كيميائية مناعية هي الانترلوكينات (IL_2) .

3. يمثل التسجيل –أ – منحنى كمون عمل أحادي الطور.

تسمية مختلف مراحله: قبل 1 : كمن الراحة يقدر ب –60 ملي فولط

1 ــ 2 : زوال الاستقطاب وتسجيل كمون غشائي يقدر ب +35 ملي فولط

2 ــ 3 : عودة الاستقطاب للغشاء

في 4 : إفراط في الاستقطاب في 5 : العودة إلى كمون الراحة.

4. ا . التفسير: تبين الوثيقة –6 –وجود قنوات على مستوى الغشاء السيتوبلازمي يؤدي انفتاحها الى مرور الشوارد عبر الغشاء مما يمكن من تفسير التدفق الأيوني الملاحظ في كل من الحالتين الأولى والثانية.

- في الحالة الأولى: ندفق شوارد +Na إلى الداخل يعود إلى انفتاح قنوات خاصة بهذه الايونات مرتبطة بالفولطية والتي تنفتح مباشرة بعد تنبيه فعال.
- الحالة الثانية : تدفق شوارد +K الى الخارج يعود إلى انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية ل +K بعد مدة من التنبيه .

ب . تفسير التدفق الأيوني في الحالة الثالثة:

- تنبيه فعال يؤدي الى انفتاح قنوات مرتبطة بالفولطية ل +Na التي ينتج عنها تدفق +Na الى الداخل حسب تدرج التركيز لتنغلق كي تنفتح قنوات مرتبطة بالفولطية ل +K التي ينتج عنها خروج +K , ثم تنغلق بدورها بعد ذلك.

جــ. يؤدي التنبيه الفعال إلى رفع نفادية الغشاء الهيولي لشوارد+Na وذلك من خلال انفتاح قنوات +Na النوعية المرتبطة بالفولطية وبالتالي دخول سريع لشوارد +Na يسبب زوال استقطاب الغشاء(.المرحلة بين 2و3). بعد إغلاق هذه القنوات تنفتح قنوات مرتبطة بالفولطية ل +K تتدفق هذه الشوارد إلى خارج الخلية يسبب عودة استقطاب الغشاء المرحلة (بين2و3)

دور البروتينات في الدفاع عن الذات :

- الأجسام المضادة جزيئات ذات طبيعة بروتينية تنتمي إلى مجموعة الغلوبيلينات المناعية , يملك الجسم المضاد موقعين لتثبيت المحددات المستضدية .

  يرتبط المستضد بالجسم المضاد ارتباطا نوعيا في موقع التثبيت،ويشكلان معا معقد مستضد ــ جسم مضاد يدعى المعقد المناعي.

- يؤدي تشكل المعقد المناعي إلى إبطال مفعول المستضد ،ليتم بعدها التخلص من المعقد المناعي المتشكل، عن طريق ظاهرة البلعمة .
- الخلايا اللمفاوية التائية السامة(LTC)

  تتعرف الخلايا اللمفوية السمية على المستضد النوعي بواسطة مستقبلات غشائية من طبيعة بروتينية مكملة لمحددات المستضد

  يثير تماس الخلايا اللمفوية التائية السامة مع المستضد إفراز بروتين : البرفورين مع بعض الأنزيمات الحالة .

  يُخرب البرفورين غشاء الخلايا المصابة بتشكيل ثقوب مؤديا إلى انحلالها.

- تتم مراقبة تكاثر و تمايز الخلايا التائية والبائية ذات الكفاءة المناعية عن طريق مبلغات كيميائية:هي الأنترلوكينات وهي بروتينات سكرية ،التي يفرزها صنف آخر من الخلايا اللمفاوية التائية المساعد ة (Th) الناتجة عن تمايز الخلايا التائية(LT4) المتخصصة التي يكون تنشيطها مُحرضا بالتعرف على المستضد.
- تحمل أغشية الخلايا التي تقوم بتقديم محددات المستضد وتنشيط الخلايا اللمفاوية، كالبلعميات الكبيرة محددات الذات HLA. من الصنف(I) والصنف (II) وهما عبارة عن بروتينات سكرية. حيث تقوم هذه الخلايا بعد التعرف على المستضد باقتناصه وهدم بروتيناته جزئيا،ثم تعرض محددات المستضد على سطح أغشيتها مرتبطا بالـــHLA.

دور البروتينات في الاتصال العصبي :

– تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في:

- زوال استقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لــ+Na نتيجة انفتاح قنوات +Na المرتبطة بالفولطية.
- عودة الاستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـــ +K نتيجة انفتاح قنوات +K المرتبطة بالفولطية.
- تؤمن مضخة +Na /+K المستهلكة للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية.
- انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل تتطلب عتبة زوال استقطاب.
- يعود زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي في مستوى المشبك إلى انفتاح قنوات +Na المرتبطة بالكيمياء نتيجة تثبت المبلغ العصبي (الأستيل كولين) على المستقبلات الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي (مستقبلات قنوية).

مع تحيات الأساتذة: عبد الغني شقرون و إبراهيم الجيلانـــــــي

